ELEMENTARY MECHANICS

TRANSLATED FROM GRIEVE'S MECHANICS.

BY

DAYALJI LALLUBHAI DESAI.

STAGE I.

Ahmedabad:

PRINTED AT THE

UNION PRINTING PRESS Co. LD.

1896.

यंत्रशास्त्रना मूळतत्त्व.

ग्रीवना अंग्रेजी पुस्तकनुं भाषांतर.)

दयाळजी लल्लुभाई देसाई.

प्रथम भाग.

अमदावादः

धी यूनियन प्रिंटिंग प्रेस कंपनी लिमिटेड.

१८९६.

Published by Order of

H. H. Maharaja Sayajirao Gaekwad.

SRI

SAYAJI LAGHU DNYANA-MANJUSHA.

EDITED BY

T. K. GAJJAR.

ELEMENTARY MECHANICS.

શ્રીમંત મહારાજ સયાજીરાવ ગાયકવાડ

એમની આજ્ઞાનુસાર પ્રસિદ્ધ થતી

શ્રી સયાજી લઘુ જ્ઞાનમંજૂષા.

શોધક ને પ્રકાશક

ત્રિભુવનદાસ કલ્યાણદાસ ગજ્જર.

યંત્રશાસ્ત્રના મૂળતત્ત્વ.

Published by Order of

H. H. Maharaja Sayajirao Gaekwad.

SRI

SAYAJI LAGHU DNYANA-MANJUSHA.

EDITED BY

T. K. GAJJAR.

ELEMENTARY MECHANICS.

ELEMENTARY MECHANICS

TRANSLATED FROM GRIEVE'S

BY

DAYALJI LALLUBHAI DESAI.

STAGE I.

Ahmedabad:

PRINTED AT THE

UNION PRINTING PRESS Co., Ld.

1896

श्रीमंत महाराज सयाजीराव गायकवाड .

एमनी आज्ञानुसार प्रसिद्ध थतो

श्री सयाजी लघु ज्ञानमंजूषा.

शोधक ने प्रकाशक

त्रिभुवनदास कल्याणदास गज्जर.

यंत्रशास्त्रनां मूळतत्त्व.

यंत्रशास्त्रनां मूळतत्त्व.

(ग्रीवना अंग्रेजी पुस्तकनुं भाषांतर.)

दयाळजी ललुभाई देसाई.

प्रथम भाग.

अमदावाद

धी यूनियन प्रिंटिंग प्रेस कंपनी, लिमिटेड.

१८९६.

S'RI SAYAJI LAGHU DNYANA MANJUSHA.

It is a truth now universally recognized that unless knowledge is accessible in the mother tongue, large masses of men are absolutely debarred from sharing in the intellectual inheritance of ages. In Europe, as in India, a dead language was long considered the only fit medium of high converse with Truth; but there as early as 1582, Richard Mulcaster advocated the cause of the Vernaculars in the following terms:—

"Is it not a marvellous bondage to become servants to one tongue for learning's sake, the most part of our time, with loss of most time, whereas we may have the very same treasure in our own tongue with the gain of most time? Our own bearing the joyful title of our liberty and freedom, the Latin tongue remembering us of our thraldam and bondage? I love Rome, but London better; I favour Italy, but England more; I honour the Latin, but worship the English. * * * I honour foreign tongues, but wish my own to be partaker of their honour. Knowing them, I wish my own tongue to resemble their grace. I confess their furniture and wish it were ours. * * * The diligent labour of learned Countrymen did so enrich those tongues, and not the tongues themselves; though they proved very pliable, as our tongue will prove, I dare assure it, of knowledge, if our learned countrymen will put to their labour. And why not, I pray you, as well in

English as either Latin or any tongue else? Will ye say it is needless? Sure that will not hold. If loss of time, while ye be pilgrims to learning, *by lingering about tongues be no argument of need; if lack of sound skill while the tongue distracteth sense more than half to itself,* and that most of all in a *simple student* or a *silly* wit, be no argument of need, then ye say somewhat which pretend no need. But because we needed not to lose any time unless we listed, if we had such a vantage, in the course of study, as we now lose while we travail in tongues; and because our understanding also were most full in our natural speech, though we know the foreign exceedingly well—methink necessity itself does call for English, whereby all that gaiety may be had at home which makes us gaze so much at the fine stranger."

Since then Latin has ceased to be the principal medium of instruction in all countries of Europe, and yet here though Sanskrit has been displaced, the English tongue has most unjustly stepped in to occupy the position, which a parent language had some right to occupy, but an alien could have none.

Seeing that the educational policy, laid down in the Educational Charter of 1854, had remained almost a dead letter at least so far as the enrichment of the Vernaculars was concerned, years ago I wrote a memorandum with the approval of and in co-operation with my late revered friend R. B. Yashwant Vasudev Athlye, and submitted it to

H. H. the MAHARAJA SAYAJIRAO GAEKWAD, feeling confident that he alone with his far reaching liberal measures of education will lend a willing ear to the project of preparing a series of standard vernacular works on scientific subjects.

H. H. the Maharaja Saheb soon took up the question and sanctioned a liberal sum for the preparation of two series–higher and lower–to which the Book-Committee afterwards gave the appropriate names of S'ri Sayaji Dnyana Manjusha and S'ri Sayaji Laghu Dnyana Manjusha.

The object of this lower series is to impart the elementary knowledge of various scientific subjects to beginners. They can be used with advantage in the higher standards of primary schools and in the classes of industrial section. They are written simply and lucidly; and the methods followed in them are sure to create scientific interest in the minds of students. Being designed as elementary text books, they are equally suitable for popular reading, especially as the popular level of knowledge in the country is so low. But it is hoped that they will advance the spread of knowledge and enlightenment in some way or other, and thus the patriotic and profoundly praiseworthy object of His Highness the Maharaja Saheb will be brought to due fulfilment.

T. K. GAJJAR.
Editor.

प्रस्तावना.

यंत्रशास्त्र—गणितनी एक शाखा छे. गतिमान पदार्थोना धर्मो अने नियमोनो विचार करी यंत्रकाममां तेनो शो उपयोग करवो, एनो आ विषयमां समावेश थाय छे. बीजी रीते कहीए तो गति अने समतोलनना नियमोनुं शास्त्र अथवा गति अने यंत्ररचनाना नियमोनुं शास्त्र एवी व्याख्या पण आपी शकाय.

सोळमी सदीमां बीजां अर्वाचीन शास्त्रोनी शरूआत साथे यंत्रशास्त्रना नियमो प्रसिद्ध थवा लाग्या. उत्तोलनोना नियमो अने तेना प्रकार, गुरुत्वकेन्द्रना धर्मो, लोलक अने तेना धर्मो, वगेरे ते वखते प्रथम जाणवामां आव्या, अने आजे गणितनी मददथी ते विषेना आपणा ज्ञाननो पार रह्यो नथी. सत्तरमी सदीमां न्यूटनना गतिना नियमो अने गुरुत्वाकर्षणनो सिद्धांत प्रसिद्ध थयो, अने चालती सदीने यंत्रशास्त्रनी सदी कहीए तोपण चाले. कारणके ज्यां जोइये त्यां यांत्रिक साधनोनी मददथी बधां कार्यो हालना वखतमां थाय छे.

प्रकृतिशास्त्रनो अभ्यास शरू करतां यंत्रशास्त्रना सामान्य नियमो जाणवा आवश्यक छे. गणितनो भाग बाद करतां मात्र प्रयोगो अने ते परथी निकळता नियमो बतावबाथी नवा अभ्यासकोने वधारे सारी रीते मूळतत्त्वोनी समज पाडी शकाय छे. अने तेवीज गोठवण आ पुस्तकमां करवामां आवी छे. आ विषयने गणितना करतां पदार्थविज्ञाननो एक भाग गणी ते धोरणे विषयनुं विवेचन कर्युं छे.

आ पुस्तक घणे भागे 'Grieve's Lessons' in Elementary Mechanics' नुं भाषांतर होवाने लीधे पुस्तकनी रचना विषे विशेष कंई कहेवानुं रहेतुं नथी. कोई कोई स्थले जुज फेरफार देशकाळ परत्वे कर्यो छे.

यंत्रशास्त्र.

प्रथम भाग.

पदार्थनां त्रण रूप—घन, द्रव, वायु.

प्रत्येक रूपना खास यांत्रिक धर्मो.

पदार्थ सच्छिद्र, संपीड्य, अने स्थितिस्थापक छे.

यंत्रशास्त्रथी माप नक्की कराय छे.

लंबाई, काळ, वेग अने अवकाशनां माप.

अनुक्रमणिका.

प्रकरण १ लुं.

पदार्थ.

१ पदार्थ—२ आपणी इन्द्रियोद्वारा तेना अस्तित्वनुं ज्ञान—३. पदार्थना सामान्य धर्मः—વિસ્તરણ, વિભાજ્યતા, વજન, સંપીડયતા, સ્થિતિસ્થાપકતા અને સચ્છિદ્રતા—४ पदार्थनो नाश थतो नथी .... १ पृष्ठ

प्रकरण २ जुं.

पदार्थनां त्रण रूप विषे.

५. घनरूप—६ द्रवरूप—७ वायुरूप—८ पदार्थनुं एक रूपमांथी बीजा रूपमां बदलावुं—९ तत्त्वो अने योग—१० प्रवाहीओ .... १४ पृष्ठ

प्रकरण ३ जुं.

घन पदार्थो.

११. परमाणु—१२. अणु—१३ संसक्ति अने आसक्तिबळो—१४ घन पदार्थनी रचना—१५ घन पदार्थनुं काठिन्य—१६ मिश्रधातुओ .... २८ पृष्ठ

प्रकरण ४ थुं.

घन पदार्थ उपर उष्माथी थती असरो.

१७. उष्मानी असर वडे घन पदार्थ प्रसरण पामे छे—१८ व्यावहारिक उपयोगो—१९ उपरना नियमना अपवादो—२० उष्माथी घन पदार्थनी संसक्ति घटे छे—२१ उष्मा घन पदार्थने द्रवरूप बनावे छे—२२ पीगळवामां अने

ओगळवामां तफावत.......................................४६ पृष्ठ

प्रकरण ५ मुं.

पदार्थना माप विषे.

२३. मापवानी प्राचीन रीतो—२४ लंबाईना माप विषे—२५ क्षेत्रफळना माप विषे-२६ परिमाणना माप विषे २७ लंबाई मापवानां उपकरण................. ६७ पृष्ठ

प्रकरण ६ ठुं.

द्रवो.

२८. घाडा अने चंचळ द्रवो-२९ द्रवोनुं पृष्ठ—३० द्रवोनुं दबाण—३१ द्रवोनी कैशिकताना चमत्कार—३२ कैशिकताथी थती असरो........................ ८१ पृष्ठ

प्रकरण ७ मुं.

द्रवो. (अनुसंधान)

३३. पाणी पोतानी सपाटी शोधी काढे छे. ३४—पाणीनी सांचण—३५ मद्यनी सांचण—३६ कुदरती फूवारा (पाताळ कूवा)—३७ बारकरनी चक्री—३२ ब्रामानुं पीडनयंत्र—३९ डुबकी मारवानो घंट—४० जळभ्रमण....९३ पृष्ठ

प्रकरण ८ मुं.

सांद्रता अने वशिष्ट गुरुत्व.

४१. सांद्रता-४२ विशिष्ट गुरुत्व-४३ आर्किमीडीझनो सिद्धान्त—४४ ए सिद्धान्तनी प्रयोग सहित समजण—४५ घन, द्रव, अने वायुरूप पदार्थनुं विशिष्ट गुरुत्व शोधवानी रीतो................................ ११३. पृष्ठ

श्री सयाजी लघु ज्ञानमंजूषा.

स्वभाषा द्वारा ज्ञानप्राप्ति थवानां साधन उपलब्ध न होय तो अनंत काळथी संचित थयला ज्ञानधनना वारसानो विभाग बहुजनसमाजने मळवो छेक असाध्य थई पडे, ए विधान हाल सर्वत्र ग्राह्य थयलुं छे. हिंदुस्ताननी पेठे यूरोपमां पण घणा काळ सुधी एमज मानवामां आवतुं के सत्य तत्त्वोनो उत्तम बोध थवाने मृत भाषा सिवाय बीजुं योग्य द्वारज नथी. परंतु त्यां आजथी पुष्कळ वर्ष पहेलां एटले इ. स. १५८२ मां रिचर्ड मलक्यास्टरे देशी भाषा द्वाराज शिक्षण मळी शके ए विषे नीचे प्रमाणे प्रतिपादन कर्युं:—"जे ज्ञान भंडार स्वभाषा द्वाराज अल्प काळमां प्राप्त थवा सरखो छे ते मेळववाने माटे जींदगी पर्यंत एकज भाषाने आधीन थई बेसवुं ए शुं मोटुं आश्चर्य पामवा जेवुं पारतंत्र्य नथी? आपणे मात्र आपणा स्वातंत्र्य अने आपणी छूटना रासडा घणा आनंद भेर गाईए छीए खरा, पण लॅटिन भाषा आपणने आपणी गुलामगिरी अने आपणा पारतंत्र्यनुं स्मरण करावनार नथी के? मने रोम गमे छे, पण ते करतां लंडन वधारे गमे छे. इटली मने पसंद छे, पण इंग्लंड ते करतां वधारे पसंद पडे छे. मने लॅटिन भाषा माननीय लागे छे खरी, परंतु इंग्रेजी भाषाने हुं पूज्य गणुं छुं. + + + + + पर भाषाओ मने संमान्य छे, पण मारी

स्वभाषाने तेना संमाननो भाग मळे एवी मारी इच्छा छे. हुं ते भाषाओ जाणुं छुं, तेथी तेमनुं सौन्दर्य मारी स्वभाषामां पण आवे एम इच्छुं छुं. ए भाषाओ सर्वांग परिपूर्ण छे ए हुं कबूल राखुं छुं, पण एवी परिपूर्णता मारी भाषामां पण आवे ए मने इष्ट लागे छे. + + + विद्वान लोकोना सतत श्रमथी-ज ए भाषाओ प्रौढ थई, जोइये तेवा रूपमां वपराय छे, पण ए यश कांई ते भाषाओए संपादन करेलो नथी. आपणा विद्वान स्वदेशबंधुओ जो श्रम ले तो आपणी भाषा पण जोइये तेवा रूपमां वापरवा योग्य थाय ए हुं स्वानुभवथी कहुं छुं. जो लॅटिनमां अथवा बीजी कोई भाषामां ज्ञान-संचय थई शके छे तो इंग्रेजीमां केम न थाय? एम करवानी आवश्यकता नथी एम तमे कही शको छो के? हुं खात्रीथी कहुं छुं के एम कहेवुं बिलकुल टकी शके एवुं नथी. कारणके विद्योपार्जनार्थ प्रयास करतां भाषाज्ञान संपादन करवा सारुं अटकी रहेवुं पडे ए वात जो आवश्यकता देखाडवाने पूरती न होय; तथा एक भाषामांथी बीजी भाषामां भाषान्तर करतां अर्थ करतां वधारे अर्थ जेमनो तेम रही जाय छे, अने तेनो अनुभव साधारण विद्यार्थी अने गांडी मश्करी करनारा लोकना भाषण उपरथी पगले पगले थाय छे, ए उपरथी जो आवश्यकता सिद्ध थती न होय; तो मात्र आवश्यकता नथी एवो भास करावनार कांई वात तमे कहो छो, एम हुं मानीश. परंतु परभाषानुं ज्ञान संपादन करवामां हाल आ-

पणे जे वखत गाळीए छीए ते गाळवानीज जो मरजी होय तो ते एक जुदी वात छे. नहीं तो मात्र आपणी भाषा आपणा तावामां हशे तो पछी एवा कालक्षेपनु कंई कारणज रहेतुं नथी. वळी आपणने परभाषानु गमे तेटलुं सारुं ज्ञान होय तोपण आपणी स्वभाषामां आपणने जेवी सारी समजण पडे छे तेवी ते भाषामां पडती नथी; तेटला माटे खरी आवश्यकता तो इंग्रेजी भाषानीज छे एम मने लागे छे, अने ते भाषा जो आपणा काबूमां हशे तो पराया सौन्दर्यावलोकनमां विस्मित थई जे मोज आपणे माणीए छीए ते आपणे घेर बेठेज प्राप्त थवानी." आवा प्रकारनु तेणे लख्युं त्यारथी यूरोपना सर्व देशोमां लॅटिन भाषा ज्ञानप्राप्तिनु मुख्य द्वार छे एम मानवामां आवतुं हतुं ते मानवुं बंध पडयुं. परंतु आपणा देशनो प्रकार तो कंईक चमत्कारिकज छे. संस्कृत भाषाद्वारा विद्यादान आपवानुं जो के बंध पडयुं छे, तोपण तेनी जगाए इंग्रेजी भाषा आवी बेठी छे. अने वास्तविक रीते जोतां संस्कृत भाषा तो आपणी भाषाओनी जनेता छे, पण इंग्रेजी भाषानो अने आपणो तो कशो संबंध नथी.

सन १८५४ ना विद्यादानना ठरावमां इंग्रेज सरकारे जे व्यवस्था ठरावेली हती, तेनो मात्र देशी भाषाओनी अभिवृद्धि जेटलो पण अमल बहुधा थयोज नथी, ए लक्षमां लईने, अने दीर्घ दृष्टि पो'चाडनार उदार **श्रीमंत गायकवाड महाराज** सिवाय बीजुं कोई शास्त्रीय विषयना ग्रंथ स्वभाषामां

लखाववानी विनंति पर लक्ष देनार नथी एम नक्की समजीने थोडांक वर्ष उपर में मारा कैलासवासी सन्मान्य मित्र रा० रा० यशवंत वासुदेव आठल्येना अनुमोदन अने साहाय्यथी एक टीपण तैयार करीने श्रीमंत महाराजानी हजुर रजू कर्युं.

श्रीमंत सरकार महाराजा साहेबे मारी विनंति पर लक्ष आपीने **उच्च** अने **प्राथमिक** एवी बे ग्रंथमाळाओ तैयार करवा माटे एक मोटी रकम मंजूर करी; आ बे ग्रंथमाळाओनेज पाछळथी **श्री सयाजी ज्ञानमंजूषा** अने **श्री सयाजी लघु ज्ञानमंजूषा** एवां योग्य नाम आ राज्यनी पुस्तकमंडळी तरफथी आपवामां आव्यां.

आ लघुज्ञानमंजूषानो हेतु विद्यार्थीओने विविध शास्त्रोनुं प्राथमिक ज्ञान प्राप्त कराववानो छे. वळी ते प्राथमिक शाळाओना उपला वर्गोमां अने औद्योगिक शाळाओना वर्गोमां पण बहु उपयोगी थशे. आ माळा सरल भाषामां अने स्पष्ट रीते लखेली छे, अने ते वांचतां विद्यार्थीओने शास्त्रीय ज्ञाननी रुचि सहज उत्पन्न थाय एवी विषयरचना करेली छे.

आ माळा प्राथमिक शाळाओ माटे तैयार करवामां आवेली छे, एटले सामान्य वाचकवर्गथी पण तेनो उपयोग थई शकशे. कारण आपणे अहींना सामान्य लोकनुं शास्त्रीय ज्ञान बहु कमी छे. तोपण आ माळाथी विद्या अने ज्ञाननी अभिवृद्धि थशे, अने तेथी करीने श्रीमंत सरकार महाराज साहेबनो अत्यन्त स्तुत्य उद्देश सिद्ध थशे, एवी आशा छे.

त्रि० के० गज्जर,
शोधक ने प्रकाशक.

પારિભાષિક શબ્દો.

અણુઓ .... Molecules
અદૃશ્ય .... Invisible
અનાકૃત .... Amorphous
અપારદર્શક .... Opaque
અપારદર્શકતા .... Opacity
અવકાશ .... Space
અવિનાશિત્વ .... Indestructibility
અષ્ટપાર્શ્વી .... Octahedral
અસરો, કાર્યો .... Effects
આંગળ .... Digit
આવર્તમેઘ .... Cirrus
આસક્તિ .... Adhesion
ઇંદ્રિઓ .... Senses
ઇંધક .... Ether
ઉત્કલનબિંદુ .... Boiling point
ઉત્પન્ન .... Product
ઉદ્વર્તનીયતા .... Ductibility
ઉદ્ધારકો .... Lighters
ઉપકરણ .... Apparatus
ઉપરનું પૃષ્ટ .... Free surface
ઉપયોગ .... Application
ઉષ્મમાન .... Temperature
ઉષ્મમાપક .... Thermometer
ઉષ્મા .... Heat
ઉર્ધ્વપીડન .... Upward pressure
એકરૂપ (સમ) .... Uniform

ओगळवुं ....Dissolve
ओस..........................Dew
अंकित ....Graduated
अंतर्गोळ ....Concave
अंश ....Degrees
कणमय ....Granular
कमानकांटो ....Spring-balance
करा ....Hail
कालबरकार ....Callipers
काठिण्य (कृत्रिम) ....Hardness (artificial)
काठिण्यश्रेणी ....Scale of hardness
काठिण्यनोक्रम ....Order of hardness
कुदरती फुवारा ....Artesian wells
कैशिक ....Capillary
कैशिकता ....Capillarity
क्षारमापक ....Salinometer
क्षेत्रफळ ....Area
क्षेत्ररूप ....*Plane*
खोभण ....*Slot*
गंधक........................Sulphur
गुण ....Quality
गुरुत्व........................Gravity
गोचर छिद्र ....Sensible pores
घन ....Solid
घाडा (गाढ)...............Viscous
घ्राणेंद्रिय ....Sense of smelling
चक्रनुं घडियाळ...............Wheel clock

चक्षुरिन्द्रिय ....Sense of sight
चंचळ ....Mobile, Variable
चमत्कार....................Phenomena
चीवटपणुं दृढता,..............Tenacity
चोषण-बंब ....Suction-pump
छायायंत्र....................Sundial
छिद्रो........................Pores
जतरडो ....Draw-plate
जलतुला ....Hydrostatic balance
जलधमण ....Hydrostatic bellows
जलपीडनी ....Hydrostatic or hydrolic Press.
जलभारमापक यंत्र ....Water-barometer
जलमापक ....Hydrometer
जलस्थितिविषयक विरोधाभास...Hydrostatic paradox
टेपपटी ....Tape measure
डूबकी मारवानो घंट ....*Diving bell*
डुमक्रास ....*Jack*
ताडनीयता ....Malleability
तार-मापणी ....Wire-gauge
तारकाकृति ....Stellate
तासक ....Bed-plate
तिर्यक्पार्श्वी ....Oblique prisms
तोलनशास्त्र ....Science of weighing
दबाण ....Pressure
दुग्धमापक ....Lactometer
दूरबीन ....Telescope

दृढता .... Toughness

द्रव .... Liquid

द्रवरूप करवुं .... Liquify

द्रव्य .... Substance

द्रोणमेघ .... Nimbus

द्वार .... Valve

धमण .... Bellows

धर्म .... Property

धातुघडा .... Metal-workers

धाराकलश .... Spouting jar

धूमस .... Fog

धूमिका .... Mist

नळीओ .... Tubes

नालीयंत्र .... Syphon

पदार्थ .... Matter

परकार .... Compasses

परमाणु .... Atoms

परिमाण .... Volume. Dimensions

पाणी .... Water

पाणी उडाववानो बंब .... Force-pump

पाणी चडाववानो बंब .... Lifting pump

जलसाधण .... Water-level

पाणीनुं घडियाळ .... Water-clock

पाणी पावुं .... To temper

पारदर्शक .... Transparent

पारदर्शकता .... Transparency

पारदभारमापक यंत्र .... Mercurial barometer

पारदमिश्रण ....Amalgams
पारदस्तंभ.....................Mercurial columns
पार्श्वीय ....Lateral
पीगळवुं ....Fuse. Melt
पीडन ....Pressure
पुष्करमेघ.....................Stratus clouds
पृष्ठ ....Surface
पोलाद ....Steel
प्रतिप्रवाह.....................Counter current
प्रवाह ....Current
प्रयोगसिद्ध ....Experimental
प्रवाही ....Fluid
प्रसरण ....Expansion
प्रसरणशलिता ....Expansibility
प्लवनशीलता..................Buoyant
प्लवनशील ....Buoyancy
फटकनळी ....Pop-gun
बरड ....Brittle
बरफ ....Ice
बार्करनी चक्री ....Barker's mill
बाष्प ....Vapour
बाष्पीभवन ....Evaporation
बाह्यगोळ ....Convex
बिरिंजना शिक्का................Bronze-money
बेवडो फूट ....Two-foot-rule
ब्रामा'नो पीडनी................Bramah's press
भंगुरत्व ....Brittleness

भारमापक यंत्र ....Barometer
भाररेखा ....Load-line
भीनाश ....Moisture
भूमिवात ....Land breezes
भेद ....Difference
मद्यसाधण....................Spirit-level
मद्यसार ....Alcohol
महत्तम ....Maximum
महत्त्व......................Magnitude [ment
माप ....Measures. Measure-
मिश्रधातु ....Alloy
मीणबत्तीनुं घडियाळ ....Candle-clock
रचना ....Structure
रसनेंद्रिय ....Sense of taste
रीतो ....Modes
रेषामय ....Fibrous
रोकवुं......................Occupy
लक्षण ....Feature
लघुतम ....Minimum
लंबक ....Pendulum
लंबाई ....Length
लोखंडना पाटडा ....Iron-beams
वक्र ....Curved
वजन ....Weights
वराळ......................Steam
वातबस्ति....................Pneumatic syringe
वातव्यापन ....Ventilation

वातशून्य ....Vacuum
वातावरण......................Atmosphere
वातोष्ममापक ....Air-thermometer
वायु ....Gas
वायुरूप स्थिति...............Gaseous state
वार ....Yard. Imperial yard
विभाज्यता ....Divisibility
विशिष्ट ....Specific
विशेष ....Particular, Special
विष्यंदित.......................Distilled
विस्तरण ....Extension
वेग ....Velocity
व्यावहारिक ....Practical
शतांश ....Centigrade
शीत ....Cold
श्यानीभवनबिंदु ....Freezing-point
श्रवणेंद्रिय........................Sense of hearing
सच्छिद्र ....Porous
सच्छिद्रता ....Porosity
सटकणचक्र ....Escapement-wheel
सपत्र ....Laminar
सपाट ....Level. Plane
सपाटी ....Level
समुद्रवात ....Sea-breezes
समक्षेत्र ....Horizontal plane
सर्पाकार ....Spiral
संकुंचन ....Contraction

संकोचावुं......................Contract
सगाड्यता......................Compressibility
संयोगो ....Compounds
संवर्तमेघ ....Cumulus
संहत ....Condensed
संहनन ....Condensation
सामान्य ....General
सादृश्य ....Likeness
सांद्रता ....Density
सिद्धांत ....Principle
सुघटनीयता ....*Plasticity*
सूचि ....Pyramid
सोनाना वरख ....Gold leaf
स्थान......................Space
स्थापित एकम ....Standard union
स्थितिस्थापकता ....Elasticity
स्पर्शेंद्रिय......................Sense of touch
स्फटिक ....Crystals
स्फटिकनी पद्धति ....System of crystals
हवाबंध ....Air-pumps
हाथ ....Cubit
हीम ... .Snow

५५०५

यंत्रशास्त्रनां मूळतत्त्वो.

भाग १.

प्रकरण १.

पदार्थ.

१. पदार्थ-२. आपणी इन्द्रियो द्वारा तेना अस्तित्वनुं ज्ञान-३. पदार्थना सामान्य धर्म:-विस्तरण, विभाज्यता, वजन, संपीडयता, स्थितिस्थापकता अने सच्छिद्रता-४. पदार्थनो नाश थतो नथी.

१. **पदार्थ**—आ त्रण अक्षरनो शब्द छे, तोपण शिखाउ विद्यार्थीने एनुं पूर्ण ज्ञान आपवा माटे आ आखुं पुस्तक बस नथी.

त्यारे ए शब्दनो अर्थ शुं?

केटलाएक लेखको कहे छे के **जे वस्तु उपर बळनुं कार्य चाली शके तेने पदार्थ कहे छे;** पण नीचेनी व्याख्या वधारे सरळ छे, ते ए के:—

जे कोइ वस्तुने अस्तित्व होय ते पदार्थ.

२. **आपणी इन्द्रियो द्वारा तेना अस्तित्वनुं ज्ञान थाय छे.**—कोइ वस्तुना अस्तित्वनुं आपणने ज्ञान थाय छे ते चक्षुरिन्द्रिय, स्पर्शेन्द्रिय, रसनेन्द्रिय, घ्राणेन्द्रिय अथवा श्रोत्रेन्द्रियनी

मदद वडे थाय छे.

आपणे थोडांएक उदाहरण लईए.

मारा हाथमां एक रबरनी दडी छे. एनी मने शाथी खबर पडी?

मारी ચક્ષુરિન્દ્રિયના उपयोग वडे तेना आकारनुं तेमज रंगनुं मने ज्ञान थाय छे.

अथवा हुं एक ઇંધકની अने बीजी પાણીની शीशी लउं. ઇંધક कयो अने પાણી कयुं ते ओळखवामां मारी ચક્ષુરિન્દ્રિય हवे कांई काम आवती नथी. ઘ્રાણેન્દ્રિયનો उपयोग करवानी मने जरुर पडे छे.

वळी, कोई आंधळा माणसने एक કાચનો कडको अने एक લાકડાનો कडको आपीने तेने पूछुं के आ बेमांथी કાચ कयो.? ચક્ષુરિન્દ્રિય तो तेने छे नहीं; ઘ્રાણેન્દ્રિયનો कांई खपनी नथी; त्यारे मारा प्रश्ननो जवाब ते पोतानी સ્પર્શેન્દ્રિયની मदद वडे आपी शकशे.

बीजुं, जे हवानो आपणे दम लईए छीए, तेने अस्तित्व छे, ते आपणे नजरे जोवाथी के चाखवाथी नहीं, पण तेनो स्पर्श थवाथी अने तेनो घोष सांभळवाथी जाणी शकीए छीए.

तेवीज रीते, साकर अने मीठा वच्चे जे तफावत छे ते मात्र नजरे जोवाथी जणातो नथी.

साकर अथवा मीठुं जीभ उपर मूकीए तो तरतज खबर पडे के ए बेमांनी कई वस्तु साकर छे. आ प्रमाणे, दडी, इंधक, पाणी, लाकडुं, काच, हवा, मीठुं, साकर ए बधा **पदार्थना** दाखला छे.

३. **पदार्थना सामान्य धर्म**—एक वखत एक विद्यार्थीने प्रश्न पूछवामां आव्यो के, धर्म एटले शुं? तेणे तरतज जवाब दीधो के 'धर्म तो माणस अथवा वस्तुनो कहेवाय छे.'

आ जवाब अमुक अर्थमां खरो छे.

हवे काचमां एवुं शुं छे के जे लाकडामां नथी?

एकतो, काचमां थईने आपणे आरपार जोई शकीए छीए, अने लाकडामां थईने जोई शकता नथी. माटे आपणे कहीए छीए के काच पारदर्शक छे अने लाकडुं अपारदर्शक छे.

त्यारे, **पारदर्शकतानो धर्म** अथवा **गुण** काचनो छे, अने **अपारदर्शकतानो** लाकडानो छे.

बीजुं, काचने जमीन उपर पछाडीए तो भागी जायछे, अने लाकडुं भागी जतुं नथी.

एनुं कारण ए छे के काच बरड छे.

त्यारे, **बरडपणानो** अथवा **भंगुरत्वनो** धर्म काचनो छे; अने लाकडानो **दृढत्व** अथवा **चीवटपणानो** छे.

एवीज रीते, कोई छोकराना वाळ भूरा अथवा काजळ जेवा काळा होय छे, ए पण एक धर्म छे, अने ते **रंगनो** छे.

पण **धर्म** ए शब्दनो घणो विशाळ अर्थ आपणे लेवो छे. उपर कह्या ते विशेष **धर्मो** उपरांत केटलाएक **धर्मो** सघळा पदार्थमां होय छे, अने ते **धर्मोने सामान्य धर्मो** कहे छे.

जेमके **भंगुरत्वने सामान्य धर्म** गणाय नहीं, कारणके ते सघळा पदार्थमां रहेलो नथी; अने **पारदर्शकता** पण

सामान्य धर्म नथी, कारणके सघळा पदार्थमां थईने आरपार जोई शकातुं नथी.

आवा धर्मोने **खास धर्मो** अथवा **विशेष धर्मो** कहे छे.

हवे, **विस्तरण, विभाज्यता, वजन, संपीड्यता, स्थितिस्थापकता,** अने **सच्छिद्रता** ए धर्मो **सामान्य** छे; कारणके बारीक तपास करतां मालम पडे छे के वखते कोई पदार्थमां ए धर्मो बहु थोडा अंशे होयछे, पण बिलकुल होयज नहीं एवो कोई पण पदार्थ नथी.

आ **धर्मो** बहु अगत्यनाछे माटे दरेकनुं जुदुं जुदुं विवेचन करीए.

१ लुं, **विस्तरणनो धर्म** दरेक पदार्थमां छे. हवे विद्यार्थी ए शब्द विषे मनमां वारंवार विचार करशे अने अर्थ नहीं समजावाथी तेने नवाई लागशे.

पाणीथी भरेला प्यालामां हुं मारो हाथ बोळुं तो पाणी उभराईने बहार निकळी जशे. एनुं कारण ए छे के मारो हाथ केटलीएक जगा रोके छे.

त्यारे, धन, द्रव, अथवा वायु अवकाशनो जे अमुक भाग रोके तेने **स्थान** ए नाम आपी शकाय.

विस्तरणनो धर्म जो एकज दिशामां होय तो तेने **लंबाई** कहेछे; बे दिशामां होय एटले कोई वस्तुनी लंबाई अने पहोळाई लीधी होय तो तेने **पृष्ठ** कहे छे; अने कोई वस्तुनुं माप एटले लंबाई, पोहोळाई अने ऊंडाई, लीधी होय

तो तेने **परिमाण** अथवा **रोकेलो अवकाश** कहे छे.

२ ज्युं, **विभाज्यता** ए सघळा पदार्थनो सामान्य धर्म छे.

कोई वस्तुना भाग जुदा करी नांखवा ए दरेक बाळकनुं पेलुं काम छे.

तेना हाथमां एक जामफळ अने चाकू आपो. थोडा वखतमां ते बाळक तेना संख्याबंध कडका करीने जमीन उपर वेरी मूकशे.

अथवा तेना दूधना प्यालामां पतासुं नांखशो तो ते स्वाभाविक रीते हलाव हलाव करशे.

ते शामाटे हलावतो हशे ?

मात्र पतासाना हजारो बल्के लाखो भाग करी नांखवा माटे.

आ प्रमाणे दरेक पदार्थना घणा नाना भागो थई शके छे.

कहे छे के कस्तूरीना एक कणना दशमा भागथी एक गृहस्थनो अभ्यास करवानो ओरडो बे वरस करतां वधारे मुदत सुधी सुगंधवाळो रह्यो हतो.

कोई घाडा रंगनो नानो सरखो कडको एक शेर पाणीमां नांखीए तो बधुं पाणी रंगवाळुं थाय छे.

हवे उपला पाणीनां दश हजार टीपां छे एम मानीए तो दरेक टीपामां पेला रंगना कडकानो दश हजारमो भाग छे ए उघाडुं छे.

सोनाना वरक एटला बधा पातळा बने छे के तेनी जाडाई मात्र $\frac{१}{२९००००}$ इंच छे.

तेज प्रमाणे पीतळने टीपीने **डच मेटल** अथवा खोटुं सोनुं बनावे छे तेना एक वरकनी जाडाई $\frac{१}{२५०००००}$ इंच छे.

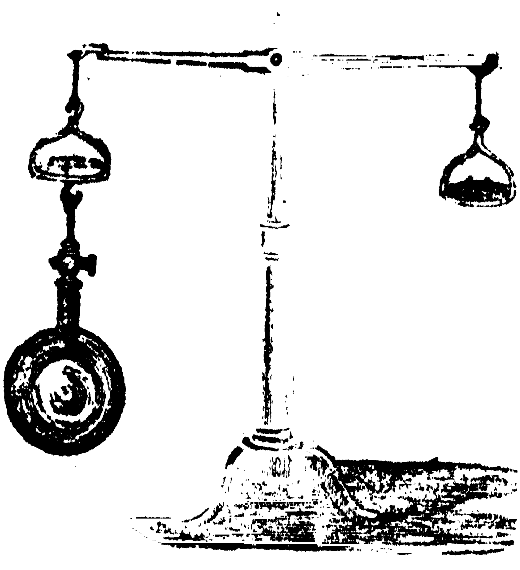
तात्पर्य के कोई पण पदार्थना से'ल्पथी विभाग थई शके छे.

३ जुं, ... जनना धर्म दरेक पदार्थमां छे.

सर आइसॅक न्यूटनने विषे कहेवाय छे के 'पथरो जमीन तरफ पडेछे अने आकाश तरफ जतो नथी' तेनुं कारण तेने घणा वरस सुधी बराबर समजायुं न हतुं.

पुष्कळ विचार कीधा पछी तेणे निर्णय कर्यो के, लोहचुंबक जेम लो'डांनी सोयने खेंचे छे तेम पृथ्वी पोताना पृष्ठथी दूर रहेली सघळी वस्तुने खेंचे छे.

आ नियम मात्र घन अथवा द्रवनेज नहीं पण वायु सुद्धांतने लागु पडे छे.



आ. १.

पाणीनो प्यालो उंधो वाळीए तो पाणी जमीन उपर पडे छे, अने मेडानी छत तरफ जतुं नथी. ए उपरथी जणाय छे के पाणी उपर थतुं पृथ्वीनुं कार्य पाणीनुं नीचे आकर्षण करवामां रहेलुं छे.

आधुनो ए नियम साबित करवा माटे एक चकलीवाळो काचनो चंबू (आ. १) लेवो. ए चकली वडे हवाबंबना अंदरना

भागमां चंबूमांनी हवा दाखल करी शकाय छे, अथवा अंदर जती अटकावी शकाय छे.

हवा खाली करीने एक नाजुक तुला वडे ते चंबूनुं तोल करवुं. पछी तेनी अंदर हवा भरीने फरीथी तोल करशो तो चंबूवाळुं पल्लु नीचुं नमशे. ते उपरथी खातरी थाय छे के चंबू खाली हतो त्यारे तेना उपर पृथ्वीनुं जेटलुं आकर्षण हतुं तेना करतां वधारे आकर्षण तेमां हवा भरी त्यारे थयुं.

*माटे **हवाने वजन** छे ते सिद्ध थाय छे.*

आकृति १ लीमां दर्शावेला उपकरण वडे प्रयोग करीने सिद्ध करवामां आव्युं छे के, चंबूनी अंदर हवा भर्या अगाउना अने भर्या पछीना तेना वजन वच्चेनो तफावत १६ ग्रेननो छे. चंबूनी अंदरना भागनुं परिमाण १०० घन इंच होय तो तेनी अंदरनी हवानुं वजन ३१ ग्रेन थाय छे; अने एज चंबूमां सौथी हलको हाइड्रोजन वायु भर्यो होय तो तेनुं वजन मात्र २ ग्रेन थाय छे.

४ थुं, **संपीड्यता** अथवा कद ना'नुं थई जवानो धर्म पण सघळा पदार्थमां छे.

वादळीनो ककडो अथवा रूनो डुचो, अथवा ताजो पांउ हाथमां लईने दबावीए तो तेनुं कद बहु ना'नुं थई जाय छे. पण ए **धर्म** वायुओने तपासवाथी बहु सारी रीते समजाय छे. दाखला तरीके छोकरांनी रमवानी फटक नळी (आ. २) लो; अने तेना नेउ मो'डामां बूच मारो.

हवे एक बूचने हडसेलीने नळीनी अंदर घालवाने यत्न करशो तो तेनी अंदरनी हवानुं कद अवश्य नानुं थाय, अने



आ. २

हवा **स्थितीस्थापक** होवाने लीधे पोतानुं असल कद धारण करवाने यत्न करे छे, तेथी सामेनो बूच जोरथी आघो उडी जाय छे.

द्रवमां **संपीड्यता** बहु थोडी छे. ते एटले सुधी के तेओनुं परिमाण नानुं करवुं अशक्य छे एम घणां बरस सुधी मनातुं हतुं. पाणीनुं सहज **संपीडन** थाय छे एवुं छेक छेल्ला प्रयोगो उपरथी मालम पडयुं छे.

ईर्स्टेड नामनो एक स्वितझर्लांडनो फिलसुफ विष्यंदित (शुद्ध) पाणीने तेना परिमाणना वीश हजारमा भाग जेटलुं संपीड्य करी शक्यो हतो. ते उपरथी आपणे जाणीए छीए के २०००० घन इंच पाणीनुं कद घटीने १९९९९ घनइंच जेवडुं थाय छे.

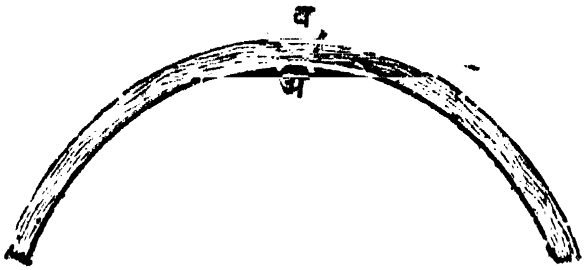
५ मुं, **स्थितिस्थापकतानो धर्म** घन, द्रव अने वायुमां सामान्य छे; माटे एने पण **सामान्य धर्म** गणवो जोइये.

शिवाउ विद्यार्थी वणुंकरीने धारे छे के पदार्थने खेंचवाथी लांबा थवानो धर्म ते **स्थितिस्थापकता** छे; माटे एनो अर्थ नीचे स्पष्ट कर्यो छे.

स्थितिस्थापकता एटले पदार्थने खेंचवाथी ते लांबो थाय छे, एटलोज अर्थ नथी, पण तेनो आकार बदलवा छतां

असल आकार धारण करवानुं बळ एवो अर्थ थाय छे.

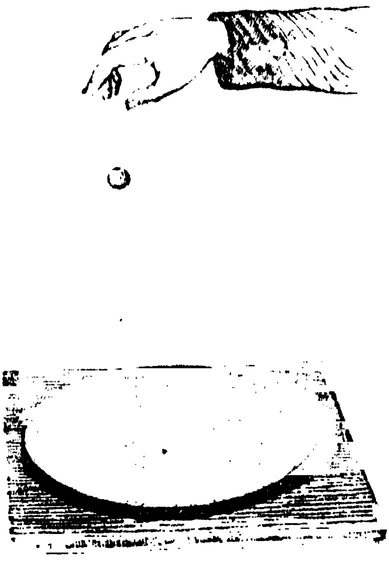
मगरमच्छना हाडकानो अथवा नेतरनो ककडो वांको वाळीने (आ. ३) आ धर्मनो दाखलो आपी शकाय.



आ. ३.

आवी रीते वांका वाळेला ककडाने मूकी दईए के तरत ते केवी झडपथी पाछो सीधो थइ जाय छे !

बीजो वधारे असरकारक प्रयोग काचना लखोटानी स्थितिस्थापकतानो छे.



आ. ४.

एक आरसनी पाटी उपर शाही चोपडीने तेना उपर लखोटो पडतो मूकीए (आ. ४) तो पाटी उपर, मात्र लखोटो अमथोज मूकी छांड्यो होय ते वखतना करतां घणुं मोटुं गोळ धाबुं पडे छे.

ए उपरथी एवुं अनुमान निकळे छे के लखोटो पाटी उपर अथडावाथी दबाइने चपटो थाय छे, अने पोतानी स्थितिस्थापक-

तान तेत्र पाछो असल स्थितिमां आवती वखते ऊंचो उछळे छे.

हवा अथवा गॅसनी **स्थितिस्थापकता** बाळकना रमवाना फुक्का वडे दर्शावी शकाय छे.

फुक्काने मेज उपर पछाडीए तो ते ऊंचो उछळे छे तेनुं कारण शुं?

मेज उपर पछाडवाथी फुक्को चपटो थाय छे, अने मांहेनो गॅस **स्थितिस्थापक** होवाथी पोतानुं असल कद पाछुं मेळववानुं वलग करे छे तेथी फुक्को उछळे छे.

६ ठुं, पदार्थना अणुओनी वचमां **छिद्रो** अथवा थोडुं थोडुं अंतर होवाना धर्मने **सच्छिद्रता** कहे छे.

माणसना शरीरमां छिद्रो छे ते तो बधा जाणे छे. घणुंकरीने झडपथी दोड्या पछी चामडी उपर परसेवानां टीपां बाझेलां स्पष्ट मालम पडे छे. आ टीपां क्यांथी आवे छे?

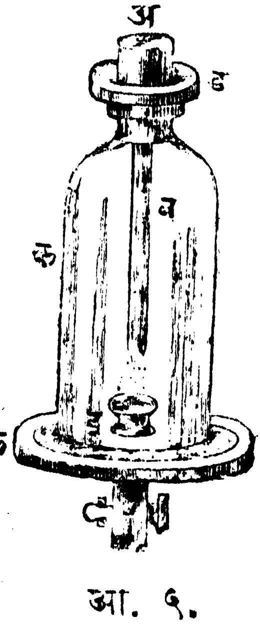
शरीरना अंदरना भागमांथी चामडीमांना **छिद्रो** वाटे आवे छे.

सोनुं **सच्छिद्र** छे के नहीं ते जाणवा माटे केटलांएक वरस अगाउ फ्लॉरेन्स शहेरमां एक प्रयोग करवामां आव्यो हतो. सोनाना एक पोकळ गोळामां पाणी भरीने तेनुं मोंढुं झाळीने बंध कीधुं. गोळामांनुं पाणी संकोचाय छे के नहीं ते जाणवा माटे तेना उपर अतिशय दाबण कीधुं.

परिणाम ए थयुं के गोळानी बहारनी बाजू उपर झाकळना जेवां टीपां बाझ्यां; ते उपरथी मालम पड्युं के अतिशय दाबण करवाथी गोळाना बारिक छिद्रोमां थइने पाणी बहार निकळी आव्युं हतुं.

छोकराना वर्गमां करी देखाडवानो एक सारो प्रयोग नीचे आप्यो छे. एक नेतरनो ककडो लइने तेना एक छेडा उपर लाकडानो प्यालो बेसाडवो, अने हवाबंबनी तासक उपर काचनो ग्राहक गोठवीने तेना उघाडां मो'डां उपर लाकडाना प्यालवाळो नेतरनो कडको सजड बेसाडवो. पछी प्यालामां पारो भरवो अने काचना ग्राहकमांनी हवा खाली करवी एटले पारो नेतरना छिद्रोमां थइने ग्राहकमां पडतो मालम पडशे. आ प्रमाणे पारानी धारा पडवानुं कारण वातावरणनुं दबाण छे, जे पाराने नेतरनी आखी लंबाइमां थइने हडसेले छे.

(आकृति ९) मां ब नेतरनो कडको छे तेने मथाळे अ लाकडानो प्यालो छे. क काचनो ग्राहक छे अने ते हवाबंबनी तासक फ उपर गोठवेलो छे. इ पीतळनुं मो'डीउं सफाइदार कांतेलुं छे अने हवा न चोराय एवी रीते चोकस बेसाडेलुं छे. हवे चित्रमां बताव्युं छे ते प्रमाणे बराबर गोठवीने अ प्यालामां पारो रेडवामां आवे छे, अने हवाबंब वडे क ग्राहकमांनी हवा खाली करे छे. पाराना घणां झीणां झीणां टीपां नेतरना कडकाने बीजे छेडे जइने खूब झडपथी इ प्यालामां पडतां जणाय छे.



आ. ९.

कोई कोई पदार्थमां छिद्रो एवां बारिक होय छे के सा-

रामां सारा सूक्ष्मदर्शक यंत्र वडे पण मालम पडतां नथी; पण पदार्थ संपीड्य छे ते उपरथी आपणे तेवां छिद्रोनुं अस्तित्व जाणी शकीए छीए; कारणके वचमां थोडुं थोडुं पण अंतर न होय तो पदार्थ संकोचाय नहीं.

नजरे जोइ शकाय एवां **छिद्रोने गोचर,** अने जोइ शकाय नहीं एवां ने **प्राकृतिक** एवी संज्ञा आपवामां आवे छे. वादळी, **पमीस स्टोन** (एक जातनो पथरो,) बूच, नेतर वगेरेमां जे छिद्रो देखाय छे तेने आपणे **गोचर** कहीशुं; अने काच जेवा पदार्थनां छिद्रो जेमां कोइपण प्रकारना बळवडे पाणी प्रवेश करी शकतुं नथी, तेने **प्राकृतिक** कहीशुं.

४. **पदार्थनुं अविनाशित्व.**—ज्यारे कोइ पदार्थ आपणी नजर आगळथी अदृश्य थाय छे त्यारे आपणे कहीए छीए के तेनो नाश थयो छे; उदाहरण तरीके सगडीमां बळतो कोयलो (अंगारो) धीमे धीमे ना'नो थतो जाय छे, अने छेवटे ते कोयलानुं स्वरूप आपणी नजर आगळ अदृश्य थइ जाय छे. शुं, कोयलो जे **पदार्थनो** बनेलो छे तेनो नाश थयो ?

बेशक नहीं. कोयलामां कार्बन रहेलो छे ते विषे जे विचार करीए तो ते आपणने पाछो मळशे; ते हवामांना ऑक्सिजन साथे मळीने तारे वायु (**कार्बोनिक एसिड गॅस**) बनेलो छे.

मीणबत्ती बळे छे त्यारे तेनुं कद धीमे धीमे ना'नुं थइ जतुं मालम पडे छे. मीणबत्ती जे पदार्थनी बनेली छे तेनुं शुं थाय छे ? एकतो चरबीमां रहेलो हाइड्रोजन हवामांना ऑक्सिजन

साथे जोडावाथी तेनुं पाणी बने छे, अने बीजुं चरबीमांनो कार्बन हवामांना ऑक्सिजन साथे जोडावाथी तेनो तरि वायु बनेछे.

प्रकरण पे'लाना प्रश्नो.

१. जो एक पाइन्ट मद्यसारमां एक पाइन्ट पाणी भेळीए तो ते मिश्रणनुं परिमाण बे पाइन्ट करतां ओछुं थाय छे, तेना कारणो दर्शावो.

२. बाळकने रमवाना दडामां हवा भरीने जमीन उपर पछाडीए तो ते दडो पाछो ऊंचो उछळे छे तेनुं कारण शुं?

३. **स्थितिस्थापकता** एटले शुं?

४. नेतरना कडकाने वांको वाळीने छोडी दइए तो पाछो सीधो थइ जायछे तेनुं कारण शुं?

५. एक रेतीथी भरेला प्यालामां पाणी रेडीए तो ते पाणीनु शुं थशे?

६. पदार्थनुं अविनाशित्व एटले शुं? सगडीमां बळता कोयलानुं उदाहरण लइने समजावो के पदार्थनो नाश थतो नथी.

७. सच्छिद्रता एटले शुं? तेने पदार्थनी संपीड्यता साथे शो संबंध छे?

८. मीठुं, गोळ, सीसुं, अने काचना धर्म गणावो.

९. साकर अने चरबीना कडकाना धर्म सरखावो.

१०. लो'डुं, खांड, चाक, अने पाराना धर्म वर्णवो.

११. घन पदार्थनी स्थितिस्थापकता दर्शाववानो प्रयोग वर्णवो.

१२. छिद्रो बे जातनां होयछे; तेना उदाहरणो आपीने समजावो.

१३. एक चाकना ककडामांना छिद्रोनुं परिमाण शी रीते निश्चित करशो ?

१४. हवाने वजन छे एवुं शी रीते साबित करशो ?

१५. पदार्थना सामान्य धर्म गणावो. ए धर्मवाळा पदार्थोना दाखला आपो.

१६. पदार्थने वजन होवानुं कारण शुं छे ?

१७. पदार्थनी विभाज्यता एटले शुं ? उदाहरणो आपो अने पदार्थ केटला अंश सुधी विभाज्य छे ते दर्शावो.

१८. रंगना मात्र एक टीपा वडे घणुं पाणी रंगवाळुं थाय छे तेनुं कारण शुं ?

१९. हुं दुधना प्यालामां एक पतासुं नाखुं तो पछी शुं थाय ते समजावो. ते दुध पीधा पे'लां हलाववुं पडे छे तेनुं कारण शुं?

प्रकरण २ जुं.

पदार्थनां त्रण रूप विषे.

५. घन रूप—६. द्रव रूप—७. वायु रूप—८. पदार्थनुं एक रूपमांथी बीजा रूपमां बदलावुं—९. तत्त्वो अने योग—१०. प्रवाहीओ.

५. **घन रूप—पदार्थ** ए शब्दनो अर्थ मनमां ठस्या पछी, पदार्थ क्यां अने केवी रीते मळे छे तेनो विचार करीए.

एकतो, आखा विश्वमां ज्यां जुओ त्यां पदार्थज छे. अने

बीजुं, ते **घन, द्रव अथवा वायु रूपमां** रहे छे.

त्यारे, आ प्रमाणे, सघळी वस्तुओ अने **पदार्थनी** सघळी जातो उपर कहेला त्रणमांना हरकोइ रूपमां रहे छे.

घन पदार्थनुं खास लक्षण शुं छे ?

आपणे जोइए छीए के घन पदार्थ उपर दबाण न करीए तो **ते हमेशां एक सरखो अवकाश रोके छे,** अने **तेनो आकार एकनो एकज रहेछे.**

एना उदाहरणने माटे मेज उपरथी पेली रबरनी दडी लो. तमे जुओछो के एनो आकार गोळ छे. हवे एने एक चोरस पेटीमां मूको; ए दडीना आकारमां कशो फेरफार थतो नथी, तेमज एणे मेज उपर जेटली जग्या रोकी हती तेना करतां जरापण वधारे जग्या रोकी नथी.

६. **द्रव रूप**—उपर जे नियम **घन** पदार्थने माटे कह्यो ते द्रवने लागु पडतो नथी.

द्रवने पोतानो आकार नथी, पण जे वासणमां तेने भरीए तेवो आकार ते धारण करे छे; अने ते वखते पण ते **एक सरखो अवकाश रोके छे.**

त्यारे, **घन** अने **द्रव** एक बाबतमां मळता छे, अने बीजी बाबतमां जुदा पडे छे.

एनो आपणे खुलासो करीए.

धारो, के तमे चा'दानीमांथी प्यालामां चा' रेडी, अने पछी रकाबीमां रेडी. ए द्रवने एक वासणमांथी बीजामां, अने-

बीजामांथी त्रीजामां रेड्यो त्यारे दरेक वखते, तेनो आकार बदलाईने जुदा जुदा वासणना जेवो थयो. पण एणे चांदानीमां जेटली जग्या रोकी हती ते करतां कांइ वधारे जग्या रकाबीमां रोकी छे? ना. अच्छेरना मापमांथी शेरनुं माप कदी भरी शकातुं नथी. अच्छेर दुध रहे एवडा लोटामां शेर दुध दाबीने भरी शकातुं नथी.

आ उपरथी अनुमान थाय छे के द्रव ने एक वासणमांथी *बीजामां भरीए त्यारे तेनो आकार बदलाय छे खरो, पण तेनाथी वधारे अथवा ओछी जग्या रोकाती नथी.*

७. **वायुरूप**—आ रूपमां पदार्थना परमाणु हमेशां गतिमां होय छे अने जेम बने तेम एक बीजाने आघा खसेडवानो यत्न कर्या करे छे.

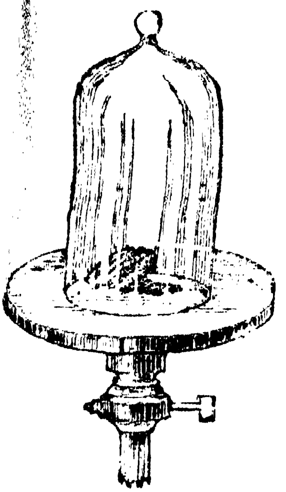
आ कारणने लीधे **वायुने आकार होतो नथी**, अने तेओ **कोइ चोकस कदमां रही शकता नथी.**

तेना आ वधारे जग्या रोकवाना धर्मने **वायुनी प्रसरणशीलता** कहेछे; अने ते नीचेना प्रयोग वडे दर्शावाय छे.

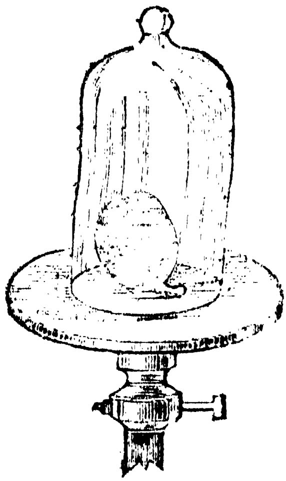
एक फुक्कानी अंदर थोडी हवा भरीने तेनुं मोंढुं सज्जड बांधी लेवुं, अने पछी तेने हवायंत्रना ग्राहक नीचे मूकवो (आ. ६); पछी जेम जेम ग्राहकमांथी हवा खाली करता जइए तेम तेम फुक्को फुलीने महोटो थतो जायछे (आ. ७) ते उपरथी जणायछे के फुक्कामांनी हवा हवे वधारे जग्या रोकेछे.

ग्राहकमां फरीथी हवा दाखल करीए तो फुक्को पोताना असल कदनो थई जाय छे; ते उपरथी साबीत थाय छे के हवा मात्र प्रसरणशील छे एटलुंज नहीं पण संपीड्य पण छे.

आ. ६.



आ. ७.



फुक्कामां प्रथमथीज हवा भरीने हवाबंबना ग्राहक नीचे मूकीए तो हवानी प्रसरणशीलताने लीधे ते फाटी जाय छे.

८. पदार्थनुं एक रूपमांथी बीजा रूपमां बदलावुं.

पदार्थ जे रूपमां होय ते रूप तेने गरमी लगाडवाथी अथवा तेमांथी गरमी काढी लेवाथी बदलाई जाय छे, ए जाणवुं बहु अगत्यनुं छे.

उदाहरण—पाणीने गरमी लगाडवाथी जे असर थाय छे ते आपणे बधा जाणीए छीए. थोडा वखतमां पाणी केवुं अदृश्य थई जाय छे !

तेने गरमी लगाडीए त्यारे ते झाझो वखत द्रव रूपमां रहेतुं

नथी पण तेनी वराळ बनी जाय छे अने वायुना धर्म धारण करे छे.

हवे, ए वराळमांथी गरमी खेंची लईए तो ते पाछी द्रव रूप बनी जाय छे, अने द्रवमांथी गरमी खेंची लईए तो घन बनी जाय छे.

माटे, पदार्थना त्रण रूपनो आधार अमुक वखते तेमां रहेली गरमीना उपर छे.

आ त्रणे रूपमां रही शके अने जे घणी वखत जोवामां आवे छे एवा पदार्थो पाणी, गंधक अने पारो छे.

वाफ, दव, वादळां (मेघ), वराळ, धूमिका, बरफ, हीम, करा, अने वरसाद ए सघळां पाणीनां जुदां जुदां रूप छे.

पदार्थनां त्रण रूपमांथी उपरनुं दरेक कया रूपनुं छे ते जाणवानी जरूर छे.

एक तो **वाफ**, ए बाष्पीभवननी क्रियाथी द्रव रूप बदलाइने बनेलो **वायु** छे; अथवा केटलाएक लखनाराओ कहे छे के द्रव उकळे एटले गरम थवा पे'लां तेमांथी बनता वायुने वाफ कहे छे. ए उपरथी मालम पडे छे के बाष्पीभवन दरेक उष्ममाने थाय छे.

बीजुं **दव** अथवा **ओस**, पाणीनी वाफ रात्रे टंडी पडवाथी जुदी जुदी वस्तुओ उपर झीणां झीणां टीपां बंधाय छे ते छे.

एनो खुलासो एवो छे, के पृथ्वीना पृष्ठ उपरनी जुदी

જુદી વસ્તુઓમાં દિવસે દાખલ થયલી ગરમી સાંજે સૂરજ આથમ્યા પછી પાછી બા'ર નિકળવા માંડે છે.

પછી તે વસ્તુઓની આસપાસ જે હવાનો થર નજીક હોય તેમાંની બાફનો કેટલોએક ભાગ તેમના ઉપર બાઝી જાય છે. જેમકે ચા'દાનીમાંથી નિકળતી વરાળ ઉપર એક કાચનો કકડો પકડી રાખીએ તો તેના ઉપર ભિનાશ વળે છે; અથવા શિયાળામાં કાચની બારી જોવાથી માલમ પડશે કે કાચ ઉપર એક જાતની ભિનાશ વળગવાથી તે કાચ કેવા ઝાંખા દેખાય છે. આ બંને દાખલા ઉપરથી સાબીત થાય છે કે બાફ ઠંડા પૃષ્ઠને અડકે ત્યારે તેનું ઉષ્ણમાન ઓછું થવાથી એમ બને છે.

વાદળાં (મેઘ).—પાણીની બાફ હલકી હોવાથી વાતાવરણના ઘણા ઊંચા પ્રદેશમાં ચ'ડી જાય છે, અને ત્યાં ઠરી જવાથી બહુ ઝીણાં ઝીણાં ટીપાં બંધાય છે તેને મેઘ અથવા વાદળાં કહે છે.

હક્સલી કહે છે કે "**વાદળું** તે હવામાં ઘણે ઊંચે તરતો **ધુમ્મસ** છે; અને **ધુમ્મસ** તે પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપર આવેલું **વાદળું** છે." એ ઉપરથી અનુમાન થાય છે કે **વાદળાં** અને **ધુમ્મસ** એકજ કારણથી ઉત્પન્ન થાય છે; તેમનાં સ્થળ માત્ર જુદાં છે.

વાદળાંના દેખાવ અને તેની વાતો દરરોજ ચાલ્યા કરે છે, માટે તેનાં જુદાં જુદાં નામ નીચે આપ્યાં છે.

પે'લા **આવર્તમેઘ**, એમાં ના'નાં ના'નાં સફેદ વાદળાં હોય

छे; अने समुद्रमां मुसाफरी करनारा लोको एने घोडीनुं पूछडुं कहे छे. ए वादळां घणां ऊंचां रहे छे; कोई कोई वखते २,००० फूट ऊंचां रहे छे. एमांथी कदी वरसाद वरसतो नथी.

बीजो **संवर्तमेघ** अथवा गोळाकार वादळां, बरफना ढगला अकेक उपर खडकी दीधा होय एवां देखाय छे. एमां पुष्कळ पाणीनो जथो होय छे खरो, पण वरसाद थतो नथी.

त्रीजो **पुष्करमेघ**, एना आडा पट होय छे. तेमांथी कदी वरसाद थतोज नथी.

आ. ८.



छेल्ला **द्रोणमेघ** अथवा काळां वरसादनां वादळां, पाणीनी रेलछेल उडावीने खेडूतोने बहु लाभकारी थई पडे छे.

आकृति ८ मीमां जमणा हाथ तरफनां काळां वादळां ते **द्रोणमेघ** छे; मथाळेनां ऊन जेवां वादळां ते **आवर्तमेघ** छे; छेक नीचे **पुष्करमेघ** छे; अने वचमां **संवर्तमेघ** छे.

वराळ.—ए पाणी **उत्कलनबिंदु** सुधी गरम थया **पछी** बनेली बाफ छे.

धूमिका.—पाणीनी बाफ कोईपण ठंडा पृष्ठना संबंधमां न आवे अने अधवच हवामां ठरी जाय त्यारे आ रूप बने छे. खरुं जोतां **धूमिका** ए छेक पातळो धुम्मस छे.

करां.—वरसादनां फोरां वातावरणना घणा ऊंचा प्रदेशमांथी पृथ्वी उपर पडतां पडतां घन बनी जाय छे तेने **करा** कहे छे. आपणे कबूल करवुं पडे छे के करां बनवा माटे प्रथम वातावरणना जे थरमां फोरां बंधायां होय, तेना करतां ठंडा हवाना थरमां थईने ते फोरां आववां जोइये.

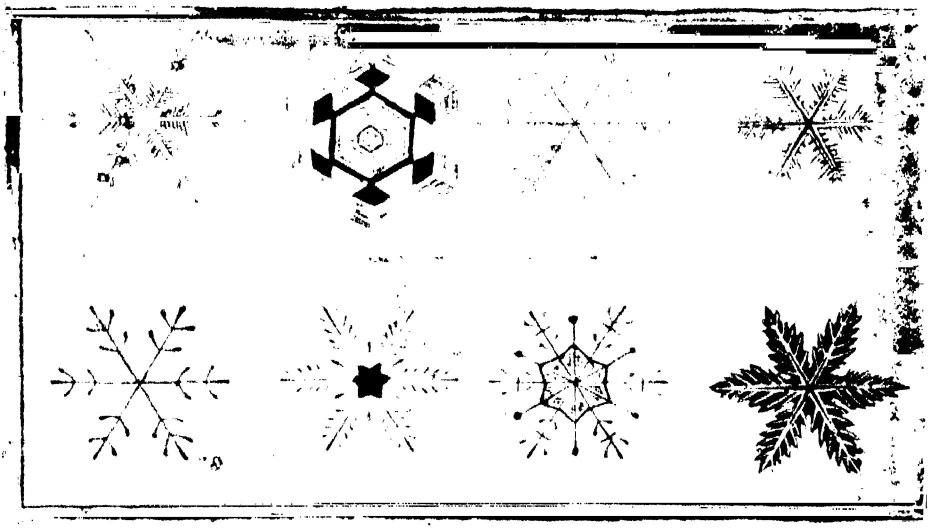
उनाळानी खुल्ली ऋतुमां द्रव ठरी जाय एवुं उष्ममान दसहजार फूटनी ऊंचाइए होय छे; अने सामान्य नियम एवो छे के जेम जेम ऊंचा जइए तेम तेम उष्ममान ओछुं मालम पडे छे; तोपण उपली ऋतुमां घणी वखत हवानो ठंडो थर गरम थरनी नीचे रहे छे.

हीम.—घन थई गयलुं स्फटिकमय पाणी ते **हीम** छे; एनो दरेक स्फटिक ताराने मळतो छे, माटे तेने **ताराकृति.**

स्फटिक कहे छे.

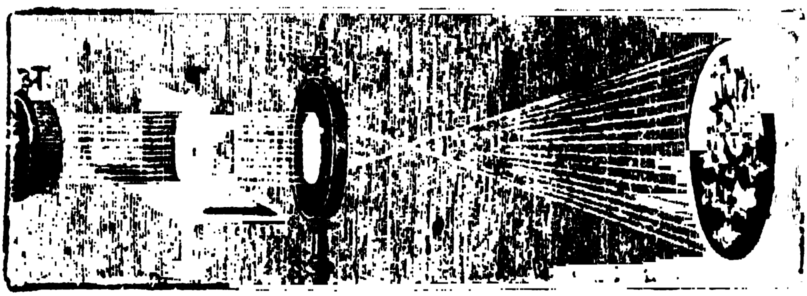
आकृति ९ मीमां हीमना स्फटिकना केटलाएक आकार

आ. ९.



दर्शाव्या छे. प्रॉफेसर **टिन्डले** ए विषे एक रमुजी प्रयोग कीधो हतो. ए प्रयोग करवा माटे बरफना एक सपाट ककडामां थईने प्रकाश पसार करवामां आवे छे.

आ. १०.



आकृति १० मीमां **ब** बरफना ककडानी पाछळ **अ** एक यंत्र गोठवेलो छे. तेना उपर प्रकाशनां किरणो एकठां थाय छे, अने पछी **इ** पडदा उपर पडे छे, त्यारे बरफना ककडाना मध्यमां जे आकार होय तेनो पडछायो पडदा उपर पडे छे.

बरफ.—ए मात्र एक बीजा साथे जोडाई गयला हीमना स्फटिको छे, बीजुं कांई नथी.

वरसाद.—पाणीनी वराळना रजकणो लागलागट ठंडा थया कर्याथी ठरीने झीणां झीणां टीपां बंधाय छे, अने ते एक बीजा साथे जोडावाथी मो'टां अने भारे थाय छे; पछी ते फोरां तेमनी आसपासना वातावरणना थर करतां भारे होवाथी नीचे पृथ्वी उपर पडे छे, ते वरसाद छे.

९. तत्त्वो अने संयोग.—घणा काळ सुधी आपणा वापदादा मानता हता के पाणी अने हवा जेवा पदार्थो सादां तत्त्वो छे; एटले पाणीमांथी पाणी सिवाय बीजुं कांई पण मळी शकतुं नथी, अने हवामांथी हवा सिवाय बीजुं कांई मळतुं नथी.

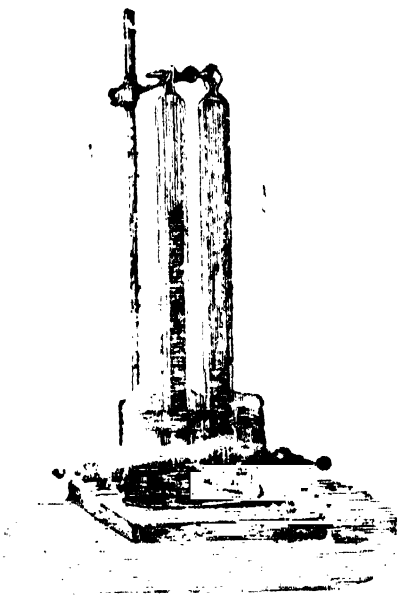
पण, रसायनवेत्ताओए साबीत कीधुं छे के ए वात खरी नथी; कारणके पाणीमांथी **ऑक्सिजन** अने **हाइड्रोजन** एवा बे वायु जुदा पाडी शकाय छे. तेमज हवानुं पृथक्करण करवाथी मालम पडे छे के तेमां **ऑक्सिजन** अने **नाइट्रोजन** नामना वायुओ १ अने ४ ना प्रमाणमां मिश्र थईने रहेला छे. अलबत, आ बे वायुओ सिवाय बीजा पदार्थो एमां छे, पण तेमनो मात्र थोडोज अंश होय छे.

હવા, અને પાણી જે જુદા જુદા અંશોનાં બનેલાં છે તે અંશો, અને તે પદાર્થો (હવા અને પાણી) વચ્ચેનો તફાવત દર્શાવવા માટે **તત્ત્વો** અને **સંયોગ** એવી સંજ્ઞાઓ ઠરાવેલી છે.

માટે, **તત્ત્વ** એ એવી જાતનો પદાર્થ છે કે તેમાંથી કાંઈ નવું મળી શકે નહીં. અને એવાં બે અથવા વધારે તત્ત્વો સંયોગ પામીને તેમના કરતાં તદન જુદાજ ધર્મવાળો પદાર્થ બને તે **સંયોગ** છે.

રસાયનવેત્તાઓ તત્ત્વોની સંખ્યા જુદી જુદી કહે છે, પણ ૬૯ એ લગભગ ખરો આંકડો છે.

આ. ૧૧.



સૃષ્ટિમાં પાંચ તત્ત્વો વાયુરૂપમાં મળી આવે છે, બે દ્રવરૂપમાં મળી આવે છે, અને બાકીનાં અઠ્ઠાવન ઘન છે.

આકૃતિ ૧૧ મીમાં પાણીનું વિઘટન કરવાનું રોજ વપરાતું ઉપકરણ દર્શાવ્યું છે. એમાં કાચની બે નળીઓ પાણીથી ભરીને પાણી ભરેલા કુંડામાં ઊંધી વાળેલી છે.

ગેલ્વેનિક બેટરીના તારના છેડા કુંડાની દરેક બાજૂ ઉપરના પેચમાં થઈને નળીઓની અંદર દાખલ કરેલા છે;

ए तारना छेडाओ उपर प्लाटिनमना पतरानो अकेको ककडो जडेलो छे. बेटरी चालुं कीधा पछी पेला प्लाटिनमना कक-डाओमांथी वायुना परपोटा ऊंचा च'डता मालम पडे छे; अने तेज वखते वायुओ दाखल थवाथी पाणी बेऊ नळीओमांथी नीचे उतरतुं जाय छे. बीजुं, एक नळीमां बीजीना करतां वायुनो जथो बमणो एकठो थाय छे. नळीओमां भेगा थयला वायुओनी परीक्षा करीए तो वधारे जथावाळो वायु **हाइड्रोजन** अने ओछा जथावाळो **ऑक्सिजन** मालम पडे छे. आवी रीते साबीत थाय छे के पाणी बे वायुओनुं बनेलुं छे, अने तेमां बे भाग **हाइड्रोजन** अने एक भाग **ऑक्सिजन** छे.

१०. प्रवाही पदार्थो.—ए शब्दनो अर्थ **द्रवना** करतां घणो विशाळ छे.

ए संस्कृत **वह** धातु उपरथी साधित थयलो छे, अने सघळा **वही शके** एवा पदार्थोनो एमां समावेश थाय छे.

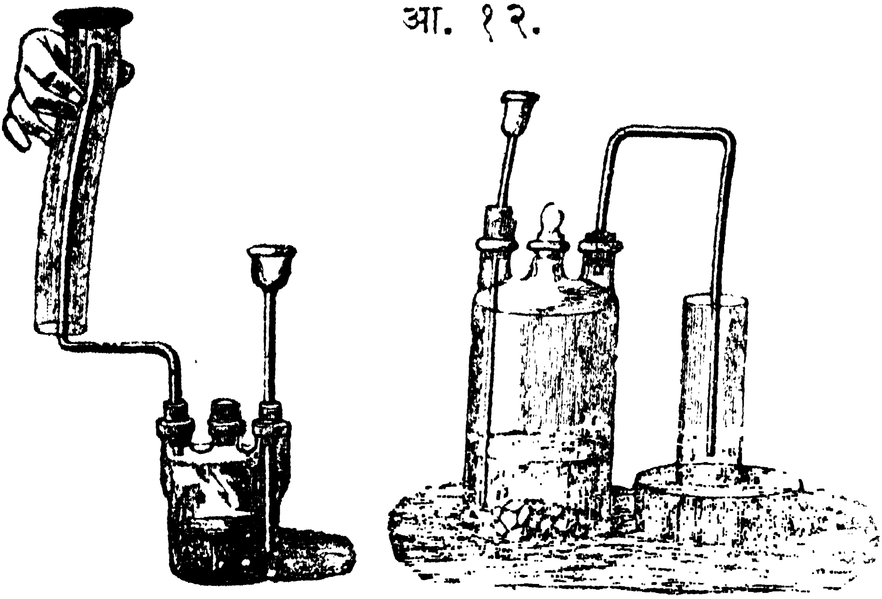
द्रव अने **वायु** बंने एक वासणमांथी बीजा वासणमां रेडी शकाय छे, अथवा बीजा शब्दोमां कहीए तो वे'वडावी शकाय छे; माटे तेमनो समावेश **प्रवाही** पदार्थमां थाय छे.

हाइड्रोजन अने कारबोनिक एसिड (तरि वायु) नुं उदाह-रण वर्गमां प्रयोग करीने देखाडवाथी ध्यानमां आवशे; एमांनो पे'लो **उपर वहे छे** अने बीजो **नीचे वहे छे.**

आकृति १२ मीमां **वुफना** बे चंबूओ दर्शाव्या छे. तेमांना एक **अ** मां जसतना ककडा छे, अने तेमां गंधकनो तेजाब

(हिल्ड्रे) तथा पाणी रेडेलुं छे. बीजा चंबू ब मां आरसपा'णना ककडा.(हस) निमकना तेजाबमां बोळीने भरेला छे.

आ. १२.



हवे ए बे चंबूओमांथी भूंगळामां वायु जवा माटे नळीओ केवी रीते वाळेली छे ते तपासो.

अ चंबूमांनी नळीनुं मो'डुं उपर छे, तेनुं कारण एम छे के **हाइड्रोजन** बधा वायुओ करतां हलको छे माटे ते **उपर वहे छे.**

ब चंबूमांनी नळीनुं मो'डुं नीचेनी बाजूए वाळेलुं छे, ते उपरथी कोईने अनुमान थाय के ते चंबूमांनो द्रव खेंची का'डवानो हशे.

पण कारबोनिक एसिड (तरि) वायु छे, माटे ते प्रसरण पामीने वधारे जगा रोके छे, तेथी ते चंबूने मथाळे ऊंचो च'डे छे, अने नळीमांथी वहीने भूंगळामां जाय छे, तथा

पोते वजनदार होवाथी तेमांनी हवाने स्थलान्तर करीने हड-सेली काढे छे.

प्रकरण बीजाना प्रश्नो.

१. वायु एटले शुं, अने तेना कया कया धर्मो छे?

२. वायुओ बहु प्रसरणशील अने सपीड्य छे, अने द्रव तेवा नथी; आ हकीकत तमे समजो छो एवुं साबीत करो.

३. वातशून्य एटले शुं? वातशून्य करवाथी निपजता परिणामनो एक प्रयोग वर्णवो.

४. वाफ, दव, वादळां, वराळ, धुम्मस, धूमिका, करा, बरफ, हीम, वरसाद ए बधां पाणीनां जुदां जुदां रूपो छे; ए दरेक, पदार्थना कया रूप साथे संबंध धरावे छे? ए रूपोनी वच्चे जे तफावत होय ते दर्शावो.

५. कोई पण वायुनुं द्रव रूप शी रीते बनावी शकाय?

६. एक फुक्को हवाथी भरीने हवाबंबना ग्राहक नीचे मूक्यो छे; ग्राहकमांथी धीमे धीमे हवा खाली करीए तो शुं परिणाम आवे? कारणो आपो.

७. वायु अने द्रवनी वच्चे मळतापणुं अने भिन्नता दर्शावो.

८. एक फुक्को अर्धो हवाथी भरीने पछी हवाबंबना ग्राहक नीचे मूकीए तो शुं परिणाम आवशे?

९. दबाण ओछुं करवाथी वायु प्रसरण पामे छे एवुं प्रयोग वडे दर्शावो.

१०. घन, द्रव अने वायुरूपमां मळी आवे एवा एक पदार्थनुं नाम आपो. घन पदार्थने (१) द्रवनुं, अने (२) द्रवने वायुनुं रूप शी रीते आपी शकाय?

११. कोई बे वायुओनां नाम अने धर्मो गणावो.

१२. गंधक त्रणे रूपमां रहे छे एवुं स्पष्ट करो.

१३. वायुओ प्रवाही छे? **हाइड्रोजन** उपर वहे छे, एवुं शी रीते साबीत करशो?

१४. वायुओनी प्रसरणशीलता एटले शुं?

१५. तत्त्व अने संयोगमां शो फेर छे?

१६. हीम अने करामां शो फेर छे?

१७. द्रव अने प्रवाहीमां शो फेर छे?

१८. **हाइड्रोजन** प्रवाही छे? जो होय तो तेनुं कारण समजावो.

१९. तत्त्व अने संयोगनां त्रण त्रण उदाहरणो आपो.

प्रकरण ३ त्रीजुं.

घन पदार्थो.

११. परमाणु–१२. अणु–१३. संसक्ति अने आसक्तिबळो–१४. घन पदार्थनी रचना–१५. घन पदार्थनुं काठिन्य–१६. मिश्र धातुओ.

११. **परमाणु.**–पदार्थना भाग करतां करतां छेवटे जे नानामां नानो भाग थई शके, अने पछी जेना कोईपण साधन वडे वधारे भाग कदी करी शकाय नहीं तेने **परमाणु** कहे छे. अर्थात्, परमाणु ए द्रवनी विभाज्यतानी सीमा छे.

डा. **डाल्टन** नामनो प्रसिद्ध रसायनवेत्ता कहे छे के, पदार्थ एवा नान्हा नान्हा परमाणुओनो बनेलो छे के ते परमाणुना भाग करवा अशक्य छे, अने कोईपण तत्त्वना दरेक परमाणुनुं कद अने वजन एक बीजानी बराबर छे.

वळी सघळा पदार्थोमां सच्छिद्रता छे, ते उपरथी अनुमान थाय छे के **परमाणु** एक बीजाने अडकेला नथी, पण आगळ कहेवामां आवशे ते बळोना आकर्षण वडे एक बीजाथी अमुक अंतरे रहेला छे.

१२. **अणु.**—पोतानी मेळे एकलो रही शके एवडो पदार्थना परमाणुनो नान्हामां नान्हो जथो ते अणु कहेवाय छे.

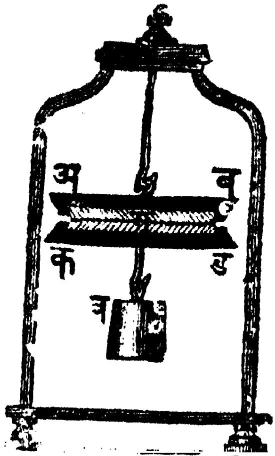
१३. **संसक्ति अने आसक्तिबळो.**—एकज जातना बे अणुओने जोडी राखनार बळने संसक्ति कहे छे; जेमके पाणी अथवा सीसाना बे अणुओ संसक्तिने लीधे एक बीजानी साथे जोडाई रहे छे.

बे जुदा जुदा पदार्थनां पृष्ठोने एक बीजा साथे जोडी राखनार बळने **आसक्ति** कहे छे.

एक सीसानी गोळीने वच्चमांथी कापीने तेना बे भाग करीए, अने कपायलां पृष्ठोने लीसां करीने एकबीजा साथे दबावी दईए तो ते बे कडका पाछा जुदा पाडती वखते कांई बळ वापरवुं पडे छे.

अथवा, (१३ मी) आकृतिमां दर्शाव्या छे तेवा बे काचना ककडा, **अ ब ड क** लाकडानां चोकठांमां बेसाडवा; पछी ते.

आ. १३.



बे ककडाने एकबीजा साथे दबावीए तो उपलो काचनो ककडो नीचला ककडाने तोळी राखे छे एटलुंज नहीं, पण ते उपरांत **व** वजन पण ऊंचकी राखे छे.

आकृति १३मीमां काचना ककडा अने वजन एक हवाबंत्रना ग्राहक नीचे मूकेलां दर्शाव्यां छे. ए ग्राहकमांहेनी हवा खाली करीए तोपण आ प्रयोग वातशून्य अथवा **અવકાશમાં** सुद्धां थाय छे; ते उपरथी जणाय छे के ए काचना ककडा वातावरणना दबाणने लीधे चोंटी रहेता नथी, पण ए बे पृष्ठोनी वच्चमां આસક્તિનું बळ कार्य करे छे.

ध्यानमां राखवुं के एम छतां **संसक्ति** अने **आसक्तिमां** कांई ખરેખરો ભેદ નથી; पे'लामां मात्र સજાતીય रजकणो एक बीजानी साथे जोडाय छे, अने बीजामां સજાતીય અથવા વિજાતીય રજકણોનાં પૃષ્ઠ जोडाय छे.

वळी, **संसक्तिबळ** एकना एक पदार्थमां वधारे ओछुं होय छे. कोण नथी जाणतुं के लाकडानी चीप आडी भागी शकाय छे, अने ऊभी चीरतां मे'नत पडे छे?

एनुं कारण एवुं छे के लाकडानी लंबाईमां संसक्ति वधारे छे, अने आडा भागमां ओछी छे; कारण के लाकडाना रजकणोनी गोठवण लंबाईमां अने आडाईमां जुदा जुदा प्रकारनी छे.

वळी, कोई घन पदार्थमां **संसक्ति** अतिशय होय छे, अने कोईमां बहु ओछी होय छे.

एक पोलादना तारनो अने बीजो सीसाना तारनो एवा बे ककडा सरखा व्यासना लईने बंनेने छेडे वजन लटकावीए, तो सीसानो तार मात्र थोडा वजनथी तूटी जाय छे, अने पोलादनो तार तूटवा अगाऊ घणुं भारे वजन तोळी शके छे. आम थवानुं कारण शुं ?

कारण मात्र एटलुंज के सीसाना तारना अणुओ करतां पोलादना तारना अणुओ एक बीजाने वधारे जोरथी साही रहे छे, एटले संसक्त थाय छे.

बीजुं, जुदा जुदा द्रवमां वत्तुं ओछुं **संसक्तिबळ** होय छे. पाणी अने पारानुं उदाहरण लो. पाणीथी भरेला वासणमां वणी सेलाईथी तळिया सुधी हाथ घाली शकाय छे, अने पाराथी भरेला वासणमां घाली शकातो नथी, एनुं कारण शुं? शुं पाराना अणुओ पाणीनां टीपां करतां वधारे बळथी एक बीजाने संसक्त रहेवाथी आ प्रमाणे थतुं नथी ?

देवदारना पाटीआमांथी तमारो हाथ आरपार घोचवानो यत्न करो त्यारे पण एज प्रमाणे थाय छे. तमारे हाथ आरपार काढवा माटे **संसक्तिना बळ करतां** वधारे बळ करवुं जोइये.

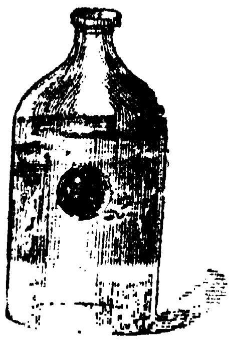
संसक्तिना बळ वडे द्रवनां टीपां गोळ आकार धारण करे छे ते देखाव घणो रमुजी छे.

पारो मेज उपर ढोळाई जाय, तो जे झीणी झीणी गोळीओ-

नो ते बनेलो छे, ते पाछी भेगी करवाना यत्नमां वर्गना विद्यार्थीओने केवी रमुज पडे छे ! ते टीपां केवां झडपथी गबडी जायछे ! अने दरेक केवुं गोळ होय छे! कोई मेश चोपडेला पृष्ठ उपर पाणी छांटीए त्यारे पण ए प्रमाणे थाय छे. काचनी तख्ती उपर लखोटा गबडता होय तेम पाणीनां घणां टीपां आम तेम गबड्या करे छे.

उपरनी बाबतने माटे बीजो रमुजी प्रयोग मद्यसार अने पाणीनुं मिश्रण भरेली शीशीमां तेलनुं टीपुं नाखवाथी थाय छे.

(आ. १४.)



पाणी अने मद्यसार ए बे द्रव एक बीजा जोडे मिश्र थई जता नथी, तेने लीधे तेलनुं टीपुं गोळाकार बनीने अर्धु पाणीमां ने अर्धु मद्यसारमां तरतुं रहे छे.

तेलना टीपानुं गोळाकार बनवुं ए **संसक्तिनुं** बीजुं उदाहरण छे.

बीजी एक वात लक्षमां राखवी के जे पदार्थमां **संसक्ति** वधारे तेमां **आसक्ति** थोडी होय छे, अने जेमां **आसक्ति** वधारे तेमां **संसक्ति** थोडी होय छे.

बीजा सघळा द्रव करतां पारामां **संसक्ति** वधारे छे; अने तेम छतां, मात्र थोडा अपवाद बाद करीए तो, कोईपण घन पदार्थ साथे ते संसक्त (चोंटी) रहेतो नथी.

हुं एक आंगळी पारामां अने बीजी पाणीमां बोळुं छुं. बंने द्रवमांथी आंगळी का'डी लीधा पछी शुं मालम पडशे? पा-

अ क दिशामां वधी शके छे, अने लांबो थती वखते **ड** सोयना छेडा उपर दबाण करे छे. आम थयाथी धातु केटली प्रसरण पामी ते अंकित पटी उपरथी मालम पडे छे.

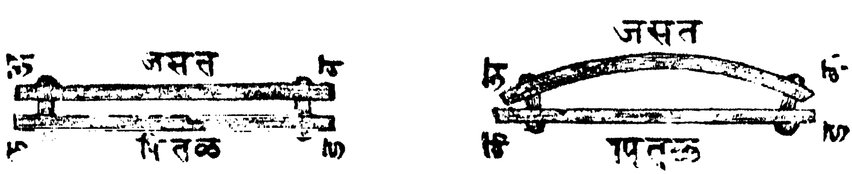
जुदी जुदी धातुओ वत्तीओछी प्रसरण पामे छे ए ध्यानमां राखवानी घणी अगत्य छे.

उदाहरण तरीके लोडा अथवा पोलाद करतां पीतळ वधारे, अने जसत करतां त्रांबुं ओछुं **प्रसरण** पामे छे.

आ बाबतनी खात्री करवा माटे बे जुदी जुदी धातुओनी— पीतळ अने जसतनी सरखी लंबाईनी पेटीओ एक बीजा साथे छेडा आगळ जडी लेवी; पछी ते जोडायली पटीने गरम करीशुं त्यारे ते सीधी रेशे नहीं; कारणके एक धातु बीजी करतां वधारे **प्रसरण** पामे छे, तेथी पटी **वांकी वळी** जाय छे.

कण सरखी गरमी छतां आकृतिमां (आ. ३०) पीतळ करतां

आ. ३०

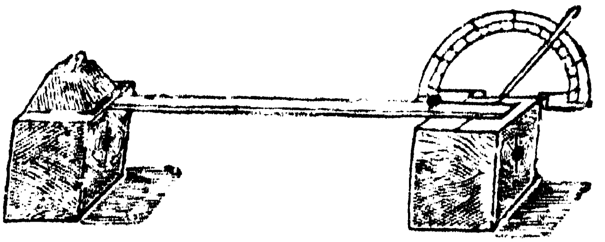


जसत वधारे प्रसरण पामेलुं मालम पडे छे; अने तेमना छेडा खीला मारीने एक बीजा साथे सज्जड करेला छे, तेथी धातुओना अनियमित प्रसरणने लीधे एक पटी सीधी रहे, तो बीजी अवश्य वांकी वळवी जोइये.

वन पदार्थनुं **प्रसरण** दर्शाववानो बीजो रमुजी प्रयोग मि॰ राइटना "ध्वनि, प्रकाश, अने उष्मा"—ना पुस्तकमां आप्यो छे.

लाकडानां बे कठण ढीमचां (आ. ३१) उपर एक अमुक

आ. ३१



लंबाईनो लो'डानो सळियो मूकवो. ए सळियाना एक छेडा उपर भारे वजन मूकीने दबावी राखवो; अने बीजा छेडा नीचे एक सीववानी सोय मूकवी.

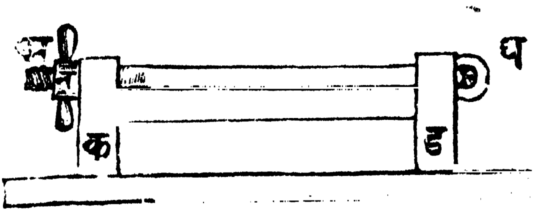
सोयना नाकामां एक छ इंच लांबुं घासनुं तणखलुं खोसीने लाख वडे चोंटाडी देवुं. पछी एक जाडा कागळ उपर चित्रमां दर्शाव्या प्रमाणे आंका पाडी तेने ढीमचानी बाजू उपर गोठववो. अने तणखलाने पण प्रयोग शरू कर्या अगाऊ ऊभुं गोठववुं. सळियो प्रसरण पामशे तेने लीधे सोय गबडती मालम पडशे. आम थवाथी तणखलुं जमणा हाथ तरफ खसी जाय छे; अने गरमी मळवानुं साधन दूर करीए तो ते सळियो ठंडो पडती वखते पाछो **संकोचाय छे**, तेथी सोय उलटी दिशामां फरे छे, एटले तणखलुं डाबा हाथ तरफ आवे छे; ते उपरथी आ नियम साबीत थाय छे.

बीजुं **घन पदार्थमांथी** उष्मा कमी करीए तो तेनुं **आकुंचन** थाय छे.

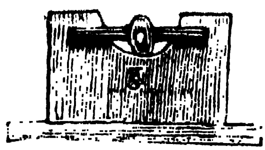
उपर जणावेली असर दर्शाववा माटे नीचेनो प्रयोग करवामां आवे छे.

३२ मी आकृतिमां दर्शाव्या प्रमाणे एक लो'डाना चोकठामां

आ. ३२



आ. ३३

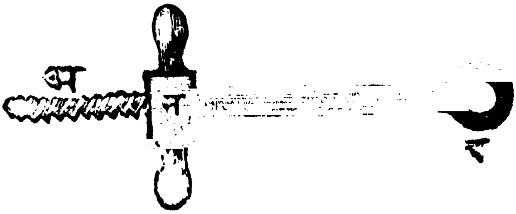


ब काणामांथी पसार थनी अने ड टेकणने आधारे र'ती खीली दर्शावतो छेडानो देखाव.

बे ऊभा टेका क, ड होय छे. ते टेकामां लो'डानो सळियो अ ब गोठवी शकाय एवा खांचा होय छे. आ. ३४ मां अ ब सळियो दर्शाव्यो छे, तेने एक छेडे नकुचाना जेवुं ब काणुं छे, अने बीजे छेडे पेच पाडेलो छे, तेना उपर न चाकी च'डावेली छे.

आ सळियाने तपावी लालचोळ करीने ३३ मी आकृतिमां दर्शाव्या प्रमाणे गोठववो. अने ब काणामां एक बीडनी खीली

आ. ३४



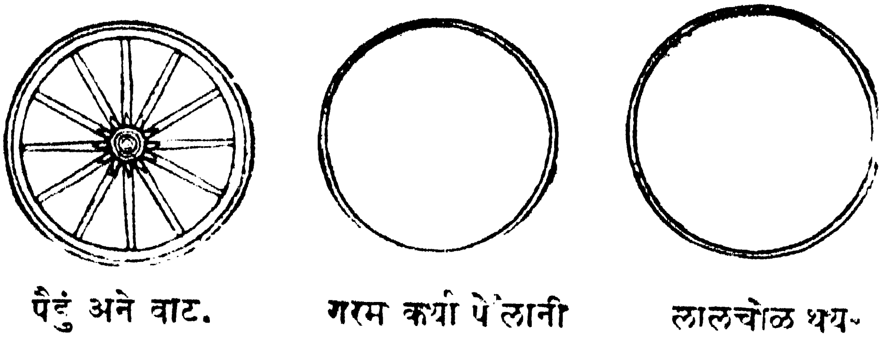
घालवी. पछी तेज वखते न चाकी फेरवीने क टेकानी साथे सज्जड करवी. हवे लो'डानो सळियो ठंडो पडती वखते **संकोचाय छे,** अथवा तेनुं कद ना'नुं थाय छे; अने संकोच पामती वखते एटलुं बधुं जोर करे छे, के ब काणामां घालेली ड टेकानी पाछळनी बीडनी खीली तडाक दईने भागी जाय छे.

१८. व्यावहारिक उपयोगः—

घन पदार्थना **आकुंचन** अने **प्रसरणनो** घणा हुन्नरमां वारंवार उपयोग थाय छे, माटे ते विषे नीचे थोडुं विवेचन कर्युं छे.

लुहार गाडीना पैडाना आरा अने पूंठियां केवी रीते सज्जड करे छे ते उदाहरण लो (आ. ३९ अ).

आ. ३९.



अ पैडुं अने वाट.

ब गरम कर्या पछीनी वाट.

क लालचोळ थयली वाट.

लो'डानी वाट ब ठंडी होय छे त्यारे पैडाना परिघ करतां घणी ना'नी होय छे, पण तेने गरम करीए त्यारे एवडी मो'टी थाय छे के पैडानी किनारी उपर झट बेसी जाय छे.

ક આગળની આકૃતિમાં વાટ મો'ટી થયલી દર્શાવી છે. પછી તે વાટ ઉપર ઠંડું પાણી રેડે છે એટલે તે એકદમ **સંકોચાય છે,** અને પૈડાનાં પૂઠિયાં આરા સાથે સજ્જડ થઈ જાય છે.

બીજું, નમી ગયલી દિવાલોને લો'ડાના સળિયાના **પ્રસરણ** અને **આકુંચનનો** લાભ લઈને પાછી સીધી કરવામાં આવી હતી.

આ પ્રયોગ પારિસના હુન્નરકળાના સંગ્રહસ્થાનના મકાનમાં અજમાવ્યો હતો; અને તે ઘણો જાણવા યોગ્ય છે.

એ મકાન પ્રથમ દેવળ તરીકે વપરાતું હતું, પણ પાછળથી તેમાં હુન્નર કારીગરીની વસ્તુઓ, યંત્રો, અને ઓજારોનું સંગ્રહ સ્થાન બનાવ્યું છે.

તેની લંબાઈની કમાનમાં પ્રથમ ફાટ પડી, અને પછી ધીમે ધીમે તે ફાટ કેટલાએક ઇંચ પો'ળી થઈ ગઈ; તેથી વરસાદનું પાણી તથા બરફ મકાનની અંદર પડવા લાગ્યાં.

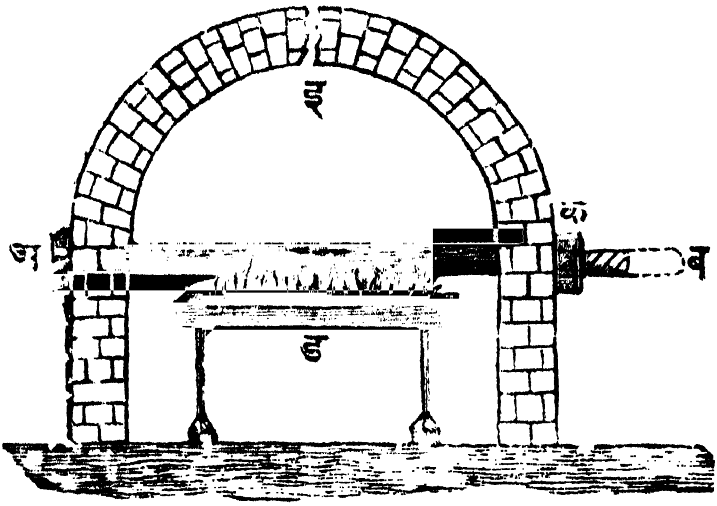
એ ફાટ પત્થર અને ચૂનો પૂરીને સે'લાઈથી બંધ કરી શકાત, પણ તેમ કરવાથી બેઊ બાજૂની દિવાલોને નમતી અટકાવી શકાત નહીં. એ આખું મકાન પડાવી નાખવાનો ઠરાવ થયો; એટલામાં એક વિદ્વાને નીચેની યુક્તિ બતાવી તેથી ધારેલો-વિચાર પાર પડ્યોઃ—

કેટલાએક લો'ડાના મજબૂત સળિયા એક દિવાલમાંથી પસાર કરી તેમના એક તરફના છેડા તેની સાથે સજ્જડ કરી લીધા; અને તેમને સામેની દિવાલમાંથી પસાર કરીને તેની બા'રની બાજૂએ તેમના છેડા ઉપર મજબૂત ચાકીઓ બેસાડીને દિવાલ

साथे सज्जड करी लीधी. पछी घासना मोटा भडका सळिया नीचे करया; तेथी ते लांबा थया अने चाकीओ दिवालथी केटलाएक इंच छेटे गई तेने फरीथी दिवाल साथे सज्जड कीधी. आ सळिया ठंडा पडती वखते अत्यंत जोरथी संकोचाया अने तेने लीधे दिवालो पाछी एक बीजानी नजीक आवी गई.

उपरनी क्रिया घणी वखत करी एटले फाट बंध थई गई.

आ. ३६.



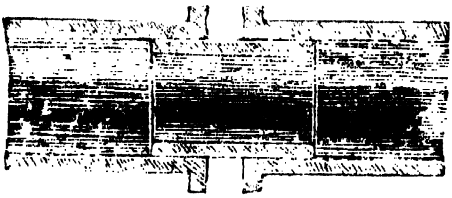
३६ मी आकृतिमां ए योजना दर्शावी छे. सामसामेनी बे दिवालोमांथी पसार करेला सळियामांनो एक **अ ब** चित्रमां दर्शाव्यो छे. **ह** आगळथी गरमी लागतां सळियो **प्रसरण** पामे, त्यारे **क** चाकी वडे सज्जड करवामां आवे छे. **इ** आगळ दिवालनी कमानमां पडेली फाट दर्शावी छे.

सळियो गरम थवाथी केटलो प्रसरण पामे छे ते टपकां वाळी लीटी वडे दर्शाव्युं छे.

हवे उघाडुं मालम पडे छे के गरमी ओछी थवाथी सळियो पोतानी असल लंबाईनो थई जशे, अने टूंको थतां वखत दिवालोने एक बीजानी पासे खेंची लावशे.

वळी ठंडा देशोमां घरमां गरम पाणीना नळ बेसाडवामां आवे छे ते गरमीथी **प्रसरण पामे, ते वखने** योग्य अवकाश रहे एवी रीते तेना सांधा करेला होय छे. (आ० ३७)

आ. ३७



दरबीनना आकारना पाणीना नळ.

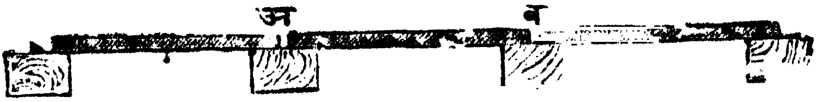
मकानोमां **लो'डाना पाटडा** वापर्या होय तो तेना छेडा प्रसरण पामे तेने माटे छूट राखवी जोइये; नहीं तो दिवालो धकेलाईने नमी जाय छे.

छापरां उपर **जसतनां** अथवा **सीसानां** पतरां एवी रीते जडी ले छे के तेओ प्रसरण पामतां एक बीजा उपर चडी जई शके छे.

वळी ट्रामवे अथवा आगगाडीनी सडक बनाववामां पण धातुनुं **प्रसरण** गणत्रीमां लेवाय छे.

ए सडकमां रेलना पाटाना छेडा एक बीजाने अडकाडीने सज्जड (आ. ३८) गोठवता नथी; पण तमनी ल-

आ. ३८.



सलेपाट साथे जडी लीधेला रेलना पाटा.

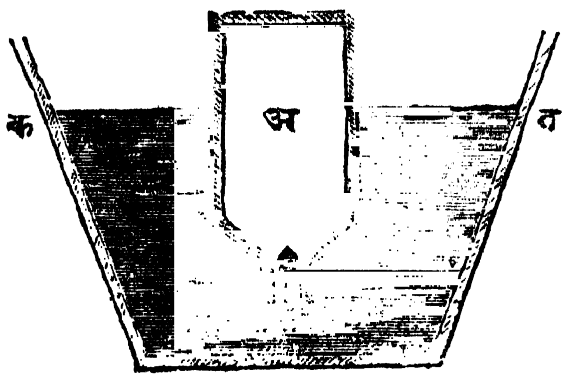
लंबाईमां वधघट थाय तेने माटे वचमां थोडुं थोडुं अंतर राखे छे.

आपणे एक उदाहरण लईए. अमदावादथी मुंबई सुधी आगगाडीनी सडक लगभग ४०० माईल लांबी छे; अने उष्ममानना फेरफारथी ए सडकना पाटानी लंबाईमां १२०० फूट सुधी फेर पडे छे; हवे आ सडक अखंड लंबाईनी होय तो गरमीनी ऋतुमां रेलना पाटा **वळी जाय** अथवा भागी जाय ए निर्विवाद छे.

तेमज, काचनुं काम करनारा माणसने काचना **प्रसरण** विषे कांईक ज्ञान होवुं जोइये.

शियाळानी ऋतुमां बारीना चोकठामां काच घणा सज्जड बेसाड्या होय, तो उनाळानी सखत गरमीने लीधे तेओ प्रसरण पामे त्यारे तडोतड भागी जाय, तेमां नवाई जेवुं कांईज नथी.

आ. ३९



शिशीना मोंडामां काचनो डट्टो सज्जड बेशी गयो होय ते

કા'ડવાંમાં પણ એ નિયમનો ઉપયોગ થાય છે. શિશીનું ડોકું ગરમ પાણીમાં ડુબાડવાથી તે પે'લું **પ્રસરણ** પામે છે, અને ડટ્ટો ઢીલો પડે છે.

વળી કોઈ શિશીનો ડટ્ટો બહુ સજ્જડ થઈ ગયો હોય, તો કપડું ગરમ પાણીમાં બોળીને તેના ડોકાની આસપાસ લપેટે છે, એટલે ડોકું **પ્રસરણ** પામે છે; તેથી ડટ્ટો ઢીલો પડીને નિકળે છે.

આ નિયમ બીજી ઘણી બાબતોમાં લાગૂ પડે છે.

કાચના ઠંડા પ્યાલામાં ગરમ પાણી રેડીએ તો તે **ફાટી જાય છે.** એનું કારણ એ છે કે કાચના વાસણના બધા ભાગ ઉપર ગરમીની અસર એકદમ પ્રસરી જતી નથી; તેથી તે વાસણ **અનિયમિત પ્રસરણ** પામીને ફાટી જાય છે.

તેમજ, ગરમ કાચ ઉપર ઠંડું પાણી રેડવાથી પણ એવોજ અકસ્માત્ થાય છે; એમાં ગરમ કાચ ઉપર ઠંડું પાણી જે ઠેકાણે અડકે છે તે ભાગ એકદમ સંકોચાય છે, તેથી કાચ ફાટી જાય છે.

ઘડિયાળ બનાવનારાઓને તેમના ધંધામાં વપરાતી ધાતુઓના **પ્રસરણનો** વિચાર રાખવો પડે છે.

આપણે જાણીએ છીએ, કે મો'ટાં ઘડિયાળોની ગતિ લંબક વડે નિયમિત રહે છે. ધારો કે ભર શિયાળામાં કોઈ ઘડિયાળ નિયમિત ચાલે છે; પણ ઉનાળામાં હવાનું ઉષ્મમાન વધે ત્યારે લંબકની લંબાઈ પણ વધે છે; તેથી ઘડિયાળની ગતિ ધીમી પડ્યાથી પાછળ પડે છે.

वळी, हवानुं उष्ममान कमी थाय तो अलबत एथी उलटी असर थवी जोइये; लंबकनी लंबाई ओछी थशे, माटे अवश्य ते जलदी आंदोलन करशे. आ प्रमाणे घडियाळो શિયાળામાં આગળ अने ઉનાળામાં પાછળ चालवानो संभव रहे छे.

माटे घडियाळने नियमित चलाववुं होय, तो तेना लंबकनुं लोलक तेने लटकाववाना बिंदुथी हमेशां एक सरखे अंतरे रहे एवी कांई योजना करवी जोइये.

आग मारनारा ભઠ્ઠીના સળિયા बहु सज्जड बेसाडला नथी; कारणके तेम करे तो सळिया **प्रसरण पामे** त्यारे भठ्ठीनां पाछळनुं **इंटनुं बांधकाम** अथवा **पुल** धकेलाईने पडी जवानो संभव रहे छे.

छेल्लुं, आगगाडीना रस्तामां लो'डाना पुलो होय छे, तेना बेऊ छेडा कदी सज्जड करेला होता नथी; घणुंकरीने एक छेडो बेलन उपर राखलो होय छे, तेथी उनाळामां पुलो **प्रसरण पामे** तोपण कशुं नुकसान थतुं नथी.

१९. **उपरना नियमना अपवाद.**—के'वत छे के 'दरेक नियममां अपवाद छे;' अने खरेज! ते के'वत खरी छे.

आपणे जोयुं के घन पदार्थ **गरमीथी प्रसरण पामे छे,** अने **ठंडीथी संकोचाय छे;** पण आ नियमना અપવાદ शोधवा मुश्केल नथी.

रबरना ककडाने लांबो करीने गरम करीए तो तेनुं **आ-**

कुंचन थाय छे; अने सिलवर आयोडाईड पण उष्णमान वधे त्यारे **संकोचाय** छे; आर्द्रता चूशी लेनारा पदार्थ—लाकडुं, कागळ, माटी, कपडुं वगेरे—गरम थाय त्यारे **संकोचाय छे.**

कागळनो भीनो करेलो ताव देवता आगळ धरीए, तो गरम करेली बाजू उपर तेनुं भुंगळुं वळी जाय छे.

પીપ બનાવનારા पीपनां पाटियां वांकां वाळवा माटे तेनी अंदर देवता सळगावे छे, (आ. ४०) तेनी गरमीनी असर मात्र अंदरना भाग उपर थाय छे, तेथी પાટિયાં ते बाजू पर **संकोचाईने** વાંકાં વળે छे.

आ. ४०.

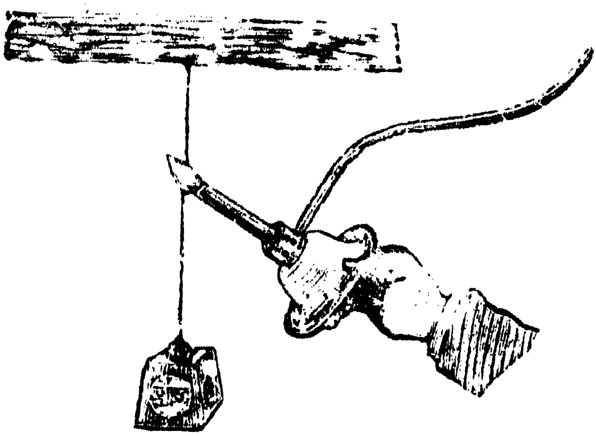


२०. **उष्माथी घन पदार्थनो संमक्ति घटे छे.—संसक्तिबल,** अने ते जुदा जुदा घन पदार्थमां वत्तुं-ओछुं होय छे, ते विषे पाछला प्रकरणमां विस्तारथी विवेचन कर्युं छे.

ए बळ कोई घन पदार्थमां शी रीते વધારી अथवा घटाडी शकाय ते विषे हवे विचार करीए.

एक लो'डाना तारनो कडको (आ. ४१) आडा टेका साथे बांधीने तेने बीजे छेडे ८ शेर वजन लटकाव्युं छे; आ तार तूटे एवुं कशुं चिन्ह हाल मालम पडतुं नथी; अने तेना अणुमां ८ शेरनुं ताण खमवा माटे जोइये तूटलुं,

आ. ४१



संसक्तिबल छे. पण आ तारने कोई ठेकाणे मद्यना दीवा वडे केटलीएक सेकंड सुधी गरमी लगाडीए, तो खट दईने अवाज संभळाय छे, अने पेलुं ८शेरनुं वजन तूटीने जमीन उपर पडे छे. आम थवानुं कारण शुं?

तार जे ठेकाणे गरम थयो ते ठेकाणानुं **संसक्तिबल ओछुं थयुं;** अने ते ८ शेर वजननुं ताण न खमी शकवाथी तूटी गयो.

एम समजवुं नहीं, के ८ शेर वजन टांगवानी हमेशां जरूर छे; कारणके ९ शेर होय तोपण एज परिणाम आवे; फेर मात्र एटलोज के आ वखते तार तूटवा पे'लां वधारे गरमी लगाडवी जोइये.

मो'टी सोयना जेवो जाडो त्रांबानो तार २८ शेर वजन तोळी शके छे.

पण तेने दीवा वडे गरम करीए के तरतज पेलुं वजन तूटी पडे छे. त्रांबाना अणु वधारे वखत सुधी ताण खमी शकता नथी; एने विषे हाल एवो खुलासो आपवामां आवे छे के त्रांबाना अणुमां दीवानी गरमीथी एटलो बधो ध्रुजारो थाय छे के तेमने एक बीजा साथे बांधी राखनार शक्ति एकदम नाश पामे छे.

वळी, लुहारने लो'डानो सळियो कापवो होय त्यारे ते ठंडो ने ठंडो कापतो नथी, पण तेने भट्ठीमां तपावीने लालचोळ अथवा शुभ्रोष्ण थाय त्यारे एरण उपर मूकीने घणी से'लाईथी कापी नाखे छे. गरमीने लीधे लो'डानुं **संसक्तिबल** बहु ओछुं थाय छे, तेथी सळियो झट कपाई जाय छे.

लो'डानो सांधो करवामां आ नियमनो मुख्य उपयोग थाय छे.

लो'डानुं वच्चु वचमांथी तूटी गयुं होय तो लुहार तेना बंने छेडा भट्ठीमां घाले छे, अने शुभ्रोष्ण थवाथी नरम थाय त्यारे हथोडा वती टीपी टीपीने बेऊ छेडानो मजबूत **सांधो** करी दे छे.

बीजुं एक रमुजी उदाहरण वर्गना एक विद्यार्थीए आप्युं हतुं; तेने ए प्रश्न पूछयो हतो, के उष्माथी घन पदार्थनुं **संसक्तिबल ओछुं थाय** एवुं प्रयोग वडे शी रीते समजाववुं ?

तेना जवाबमां तेणे जणाव्युं के बटाटाने उकळता पाणीमां नाखी वीशेक मिनिट देवता उपर राखीए, अने पछी बा'र का'डीए त्यारे लाकडनी पेठे तेना कडका करी शकाय छे.

बटाटा काचा होय त्यारे लखोटानी पेठे आमतेम फेंकी शकाय छे, पण बफाया पछी मात्र आंगळीनुं दबाण पण खमी शकता नथी; ए उपरथी मालम पडे छे के बटाटानुं **संसक्तिबल** बधे ठेकाणे **ओछुं** थई जाय छे.

बाष्पकनां पतरां खीला मारीने एक बीजा साथे जोडवामां आवे छे; ए खीला गरम करीने ठोके छे; आ प्रमाणे

करवाथी जे फायदो थाय छे ते उघाडो ज छे; कारणके खीलाने गरम करवाथी तेमनुं **संसक्तिबल** ओछुं थाय छे, अने तेमनां माथां से'लाईथी घडी शकाय छे.

२१. **उष्मा घन पदार्थने द्रवरूप बनावे छे.**—उष्माथी घन पदार्थ **प्रसरण** पामे छे, अने तेओनुं **संसक्तिबल ओछुं** थाय छे एटलुं ज मात्र नहीं, पण वधारे वखत गरमी लागे तो घनरूप बदलाईने द्रवरूप बनी जाय छे.

आ बाबत धातु घडनारा अने गाळनाराने बहु उपयोगी छे.

आपणे जाणीए छीए के बरफ साधारण उष्णमाने पीगळे छे, माखण देवतानी साधारण गरमीथी पीगळे छे, पण लो'डुं काची धातुमांथी तैयार करवा माटे उपरनां साधनो वडे मळे ते करतां वधारे गरमीनी जरुर पडे छे.

बहु थोडी मे'नते द्रव रूपमां आवे एवी धातु पारो छे. खरुं जोतां आपणा देशनी हवामां ते द्रव सिवाय बीजा रूपमां जोवामां आवतो नथी; पण उत्तरमहासागर तरफना देशोमां शियाळामां उष्णमान, द्रवना श्यानीभवन—बिंदु करतां घणा अंश नीचे उतरे छे, त्यां ते घन थईने सीसाना जेवो गट्ठो बंधाई जाय छे.

घणा घन पदार्थ कया कया उष्णमाने **पीगळे** छे अथवा **द्रव रूपमां** आवे छे ते जाणवाथी फायदो छे. ५२℉थी आरंभ करीए तो बीजुं माखण आवे छे, ते श्यानीभवन—बिंदु करतां

३३ अंशे* वधारे उष्ममाने पीगळे छे.

तेना पछी मीण, सीसुं, कलाई, जसत, रूपुं, सोनुं, अने लो'डुं अनुक्रमे आवे छे; तेमां छेल्लुं लो'डुं तो १५००० उष्ममाने पीगळे छे.

मात्र एटलुं ज नहीं पण **प्लाटिनम** धातु देवता अथवा भट्ठीनी गमे तेवी सखत गरमीथी पण पीगळती नथी; तेने पीगाळवा माटे वधारेमां वधारे गरमी जोइये छे, जे मात्र **विद्युत्मांथीज** मळी शके छे.

एनो लाभ लईने सोनी लोको सोनुं, रूपुं, प्लाटिनमना कुल्लामां पीगाळे छे.

मात्र एकज पदार्थ एवो छे के तेने पीगाळवाना सघळा यत्नो आज सुधी सफळ थया नथी; ते पदार्थ कार्बन छे.

गेनो कहे छे के एक फ्रेंच रसायनवेत्ताए कार्बनने वळे एवो नरम कीधो हतो, जे स्थिति लगभग पीगळवा जेवीज छे.

काच बनाववाना हुन्नरमां "प्रिन्स रूपर्टना लखोटानो" प्रयोग वारंवार करे छे. काचनो रस करीने पाणी भरेला वासणमां रेडवाथी ए लखोटा बने छे. तेमनो आकार कांइक जामफळने मळतो होय छे, अने तेना छेडा एरण उपर मूकीने हथोडा मारवाथी पण भागे नहीं एवा कठण होय छे. पण तेना उपर टांकणीनो घसरको कीधो होय तो आखो लखोटो एकदम चूरो थई जाय छे. घन पदार्थ पीगळे छे तेनो बीजो अ-

* अंश विषे विशेष समज प्रकरण १० मां आपी छे.

गत्यनो उपयोग विलायती काचनी तक्तीओ बनाववामां थाय छे. एने माटे प्रथम काचनुं भुंगळुं फुंकीने बनावे छे, अने पछी तेने कापीने पो'ळुं करी तक्ती बनावे छे.

ए तक्ती लीसी अने सपाट बनाववा माटे तेने लाकडाना बीबानी अंदर फुंके छे, अने ते बीबाने ए क्रिया चालू होय त्यारे पाणीमां बोळी राखे छे; रक्तोष्ण काचथी पाणीनी वराळ थाय छे, तेथी लाकडुं बळी जतुं नथी.

छेल्लुं, ईरडेनी गणत्री प्रमाणे एक घन यार्ड (वार) बरफ पीगळाववा माटे एक बुशल अथवा दो'ड मण कोल्सा बाळवाथी उत्पन्न थाय एटली गरमी जोइये छे. वळी, थोडा वखत अगाऊ एक फ्रेंच रसायनवेत्ताए कह्युं छे, के आपणी पृथ्वीना गोळाने फरतुं १०४ फूट जाडुं बरफनुं पड होय, तो ते पीगळी जवा माटे सूर्यना किरणोनी गरमी एक आखा वरस सुधी लागवी जोइये.

२२. **पीगळवा अने ओगळवा वच्चे तफावत.**—कोई घन पदार्थ अने द्रवना अणु वच्चे आकर्षण थवाथी घन पदार्थ द्रव रूपमां आवे, तो ते पदार्थ **ओगळे छे** एम के'वाय छे. साकर, मीठुं, अने घणाखरा क्षारो एवी रीते **ओगाळवामां आवे छे.**

गरमीना कार्यथी कोई पदार्थनुं घन रूप बदलाईने द्रव रूप बने, तो ते पदार्थ **पीगळे छे** एम के'वाय छे.

ड़ाकरने गरम करीए तो ते बहु नवाई जेवी रीते एकदम

घन रूपमांथी वायुरूपमां आवी जाय छे. आयोडिन पण एज नियमने अनुसरे छे.

प्रकरण चोथाना प्रश्नो.

१. आगगाडीना रस्ताना लो'डाना पाटा एक बीजाने अडोअड गोठव्या होय, तो शुं परिणाम आवे ते कारण सहित समजावो.

२. लुहार वाटने पैडा उपर बेसाडवा अगाऊ तपावीने लालचोळ शा माटे करे छे?

३. घन पदार्थ उपर उष्मानी शी असर थाय छे? काचना प्यालामां गरम पाणी रेडीए, तो ते फाटी जाय छे तेनुं कारण शुं?

४. संसक्ति अने आसक्तिनां उदाहरणो आपो. घन पदार्थना संसक्तिबल उपर उष्मानी केवी असर थाय छे?

५ ठंडा काच उपर गरम पाणी पडवाथी ते फाटी जाय छे तेनां कारणो स्पष्ट करो.

६. लो'डुं, पारो, पाणी, सीसुं, मीण, माखण, अने कलाईने घन रूपमां रहे एटलां ठंडां करीने पछी गरम करीए, तो तेओ कया अनुक्रम प्रमाणे पीगळशे?

७. उष्माथी घन पदार्थनी संसक्ति ओछी थाय छे ते स्पष्ट करो.

८. शिशीना मो'डामां सज्जड थई गयलो डट्टो शिशीनुं मो'डुं गरम पाणीमां बोळवाथी ढीलो थईने निकळे छे तेनुं

कारण समजावो.

९. उष्माथी घन पदार्थना कदमां शो फेर पडे छे? ए नियमना अपवाद जणावो.

१०. एक पीतळनो सळियो बे टेका वच्चे बराबर गोठवाई रहे छे; पण तेना उपर बरफ जेवुं ठंडुं पाणी रेडीए तो नीचे पडी जाय छे, अने गरम करीए तो वच्चे आवी शकतो नथी; एनुं कारण समजावो.

११. बटाटाने बाफ्या पछी तेना लाडूनी पेठे कडका शा कारणथी थाय छे?

१२. एक चोरस काच शियाळामां चोकठामां सज्जड बेसाड्यो ते उनाळामां भागी गयो तेनुं कारण शुं?

१३. पाणीना नळना सांधा दूरबीनना जेवा शा माटे राखे छे?

१४. भट्ठीना सळिया सज्जड गोठवता नथी तेनुं कारण शुं?

१५. पीगळवामां अने ओगळवामां शो तफावत छे?

१६. ग्रेवसेन्डना दडा अने कडीनुं वर्णन आकृति सहित आपो.

१७. अग्निमापक यंत्रनुं वर्णन आकृति सहित आपो.

१८. गाडीना पैडा उपर वाट केवी रीते सज्जड करवामां आवे छे?

प्रकरण ५ मुं.

पदार्थना माप विषे.

२३. मापवानी प्राचीन रीतो—२४. लंबाईना माप विषे—

२५. क्षेत्रफळना माप विषे—२६. परिमाणना माप विषे—२७ लंबाई मापवानां उपकरण.

२३. **मापवानी प्राचीन रीतो**—सुधरेला लोकोनी सौथी पे'ली जरूरियात तोळवानां अने भरवानां मापनी होवी जोइये. जोसेफस नामना याहुदी ऐतिहासिके एक दंतकथामां जणाव्युं छे के **काईन** पोतानो प्रवास पूरो कीधा पछी, एक नोड नामनुं नगर वसावीने त्यां रह्यो; अने वजन तथा माप पण पे'ल वे'लां तेणेज बनाव्यां. प्राचीन काळना मूर्त्तिपूजको वजन अने मापनी बनावट तेमना देवोए करेली मानता. मिसरना लोको मानता के ते "थोथ"नामना देवे बनाव्यां; अने ग्रीक लोको मानता के ते "मरक्युरी" (बुध) देवे बनाव्यां. आथी पण वजन अने मापना उपयोगनो घणोज पुरातन काळ साबीत थाय छे.

मिसरनो छेक प्राचीन काळनो लंबाईनो एकम **कुदरती** अथवा **सामान्य हाथ** हतो; ते छ मूठी लांबो, अने लगभग १८-२४ इंच जेवडो हतो; पण तेने पृथ्वीना परिमिति साथे काई पण संबंध होय एवो संतोषकारक पुरावो नथी. छतां एटलुंतो नक्की छे के **हाथ** अने फूट मनुष्यना शरीरना भागोनी लंबाईना प्रमाण उपरथी बनेला.

बीजुं, जूनां हस्तलिखित पुस्तको उपरथी मालम पडे छे के **हाथ** (क्युबिट) माणसनी कोणीनी अणीथी ते वचली आंगळीना छेडा सुधीनी लंबाई जेवडो हतो, कारणके लं-

बाईना एकमना प्रमाण तरीके ए माप बहु सुगम लागतुं हशे.

मी. चिसोलमना "तुलाशास्त्र" नामना पुस्तकमां नीचेनुं कोष्टक आपेलुं छे, ते उपरथी लंबाईनां जुदां जुदां माप वच्चेनो संबंध ठरावी शकाय छे.

तेणे **आंगळ** अथवा पे'ली आंगळीना पे'ला सांधाना वचला भागनी पो'ळाईने **एकम** गण्यो छे. ते प्रमाणेः—

आंगळ बराबर	१	भाग छे.
मूठो अथवा **हथेळो**...........	४	,, ,,
वें'त...........................	१२	,, ,,
पद (फूट).....................	१६	,, ,,
हाथ...........................	२४	,, ,,
कदम अथवा **डगलुं**...........	४०	,, ,,
बेवडुं कदम.....................	८०	,, ,,
वाम अथवा बेऊ हाथ पो'ळा करीए त्यारे आंगळीओना छेडा सुधीनुं अंतर, जे लगभग माणसनी लंबाई बराबर छे ते.	९६	,, ,,

वळी खिस्ती धर्मपुस्तक बाइबल्ना जेनीसीस एटले सृष्टिनी उत्पत्तिना प्रकरणमां, महाप्रलय पे'लां लंबाईना मापमां मात्र **हाथनुंज** नाम जणाय छे. सर आइझाक न्यूटन **हाथना** विवेचनमां जणावे छे के, "मारा मानवा प्रमाणे याहुदी लोक

जे मापने 'पवित्र' के'ता हता, ते आपणा २४-७ इंच जेवडो हतो."

मुसाना पांचमा धर्मपुस्तकमां जणावेलो **कुदरती** अथवा माणसनो **हाथ** १८-२४ इंचनो गणीए, तो बाशानना राजा, ઓગ राक्षसनो लो'डानो पलंग ९ हाथ लांबो अने ४ हाथ पो'ळो कह्यो छे ते १३½ फूट लांबो अने ६ फूट पो'ळो हशे.

प्राचीन काळना लोकोनी गणत्री प्रमाणे माणसनी लंबाई करतां तेनो पलंग ⅓ लांबो जोइये; अने ते हिसाबे ઓગ ९ फूट ऊंचो हशे. तेमज "सेम्युअल"नी पे'ली वार्तामां कहेलो गाथनो ગોલિયાથ राक्षस ९ फूट ४ इंच ऊंचो हशे.

बीजुं, **ग्रीक लोकोनो पद** (फूट) **मिसरना हाथना** ⅔ जेवडो अथवा १२-१६ इंच लांबो हतो, ते इटलीना मापमां दाखल थयो त्यारे तेना १२ भाग अथवा अंश करवामां आव्या हता; ते उपरथी माप अथवा वजनना एकम આસના १२ અંશ गणाता. ए लेटिन અંશવાચક शब्द उपरथी अंग्रेजीमां **इंच** अने **औंश** शब्दो थया छे.

आ प्रमाणे आपणा अर्वाचीन **१२ इंचना फूटनो** जूना **ग्रीक फूट साथे** संबंध छे.

वळी, फ्रान्सनो **फूट** त्यांना शार्लमेन राजाना पगनी पाटलीनी लंबाई उपरथी, अने इंग्रेजी **यार्ड** (वार) पे'ला हेन्रिराजाना आखा हाथनी लंबाई उपरथी थयला मनाय छे.

बीजो एक लेखक लखे छे के **यार्ड** (वार) सेक्सन राजाओना वखतनो **यार्ड** अथवा **गर्ड,** जे विन्चेस्टरमां राखी मूकेलो छे ते उपरथी थयो छे.

एवी नोंध मळे छे के “ विन्चेस्टरनुं माप प्रमाण तरीके गणवानो” एडगर राजाए पोताना **मंत्रीओनी** संमतिथी ठराव करेलो.

यार्ड अने **एल** असल एक सरखां लंबाइनां माप तरीके इंग्लंडमां वपरातां हतां.

विलियम पे’लाथी ते रिचर्ड बीजाना वखत सुधी कायदा अने राजकीय लेखो लॅटिन अथवा नॉरमन फ्रेंच भाषामां लखाता अने **यार्ड** तेमज **एल** लंबाईना एकज एकमने माटे वपराता.

हालनो **यार्ड** (वार) हेन्रि ७ माना तथा ईलिझाबेथना वखतना **यार्ड** साथे एटलो बधो मळतो छे के तेनी लंबाइ भाग्येज $\frac{१}{१००}$ इंच वधारे हशे.

वेंवडो हाथ ए पण एक लंबाईनुं माप हतुं.

कारनाकनां खंडेरोमांथी जडेलो प्राचीन मिसरनो **वेंवडो हाथ** ब्रिटिश म्युझियममां छे.

लगभग बे हाथ लांबु **अलना** अथवा **एल** नामनुं लंबाईनुं माप रोमन लोको वापरता एवो लेख छे.

प्लिनिए एक झाडना थडनी जाडाईनुं वर्णन करतां जणाव्युं छे के **अलना** ए माणसना बेऊ हाथ पो’ळा करवाथी थती

लंबाईना अर्ध जेवडुं माप छे.

हालमां माणसना बेऊ हाथ पो'ळा करवाथी जे लंबाई थाय, तेने **वाम** अथवा **फेधम** कहे छे.

ए उपरथी स्पष्ट अनुमान थाय छे के **एल** अथवा **यार्ड** नामनुं बेवडा हाथ जेवडुं अथवा ३ फूटनुं माप, प्राचीन काळमां सगवड भरेलो लंबाईनो एकम हतो; अने ते **लंबाईना प्रमाण** तरीके इंग्लेंडमां दाखल थयो हतो.

वळी एक बीजुं **मूठ** नामनुं प्राचीन माप छे. बळद अने घोडा वेचनारा घोडानी अथवा बळदनी ऊंचाई आटली **मूठ** छे ए प्रमाणे के'ता; अने ते **मूठ** ४ इंच जेवडी हती.

२४. **लंबाईना माप विषे**—हवे **लंबाई मापवानी अर्वाचीन रीत विषे** विचार करीए.

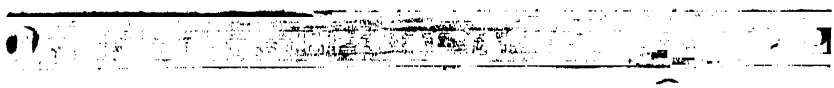
हालमां **यार्ड** (वार) आपणो **प्रमाणनो एकम** छे; तेना उपरथी बीजां बधां माप लेवाय छे.

फूट वारना $\frac{1}{3}$ जेवडो छे; **तसु** (इंच) वारना $\frac{1}{36}$ जेवडो छे; अने एक माइलना १,७६० वार थाय छे.

आ मापनी खरेखरी लंबाई विषे कांई पण वांधो उठतो अटकाववा माटे सरकारे १६ भाग त्रांबुं, २ भाग कलाई, अने १ भाग जसतनी मिश्रधातु बनावीने तेनो एक सळियो बनावी राखेलो छे, अने ते सळिया उपर बे बारीक लीटीओ दोरेली छे, तथा तेमनी वच्चेना अंतरने वार गणवो एवो ठराव करेलो छे.

ए सळियानो आकार आकृति ४२ मां दर्शाव्यो छे; तेनी एकंदर लंबाई ३८ इंच, पो'ळाई १ इंच, अने जाडाई १ इंच छे.

आ. ४२



वळी, ध्यानमां राखवुं के उष्मानी असरने लीधे ए सळियो लांबो अने ठंडकने लीधे टूंको थाय छे, माटे पे'ली बे लीटीओ वच्चेनुं अंतर अमुक उष्ममाने (फ. ६२०) लेवुं जोइये.

जेने **प्रमाणनो मंजूर थयलो वार** जोवो होय तेने सूचना तरीके के'वानुं के मुंबई, कलकत्ता, पूना, मद्रास वगेरे ठेकाणेनी मो'टी सरकारी ऑफिसोमां तेवा वार राखेला छे.

फ्रान्सना मापनुं प्रमाण मिटर (मात्रा) छे, अने ते पारिसना याम्योत्तरवृत्त उपर [illegible]थी विषुववृत्त सुधीना अंतर उपरथी नक्की करेलुं छे.

आ अंतरना (१,००,००,०००) एक करोड सरखा भाग करी एक भागने લંબાઇના માપનો એકમ ठराव्यो छे, अने तेने માપ एवुं संस्कृत नाम आपवामां आव्युं छे.

भूगोलविद्याना अभ्यासी जो पृथ्वीनो गोळो तपासशे, अने फ्रेंच लोकोए पोतानुं લંબાઈનું પ્રમાણ शी रीते ठराव्युं छे ते समजशे, तो तेमने घणो लाभ थशे.

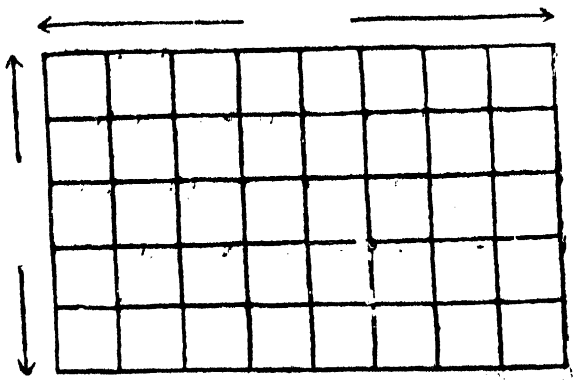
२९. **क्षेत्रफलना माप विषे.**—ए कोई पण वस्तुना **पृष्ठनुं** माप छे.

एक चोपडीनी एक बाजू मापीए, तो ते ८ इंच लांबी थाय छे, पण तेना पासानी बाजू मात्र ५ इंच लांबी छे; तो ते चोपडाना एक पूंठानुं **क्षेत्रफल** केटलुं हशे ?

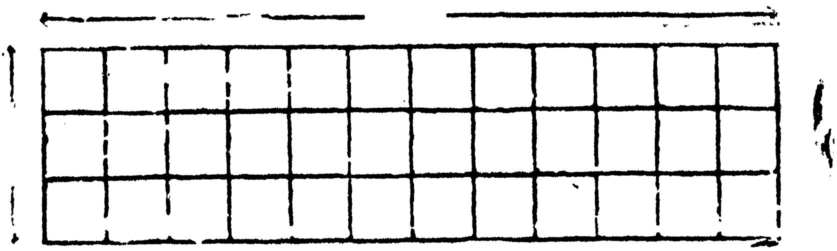
घणुं करीने, ए माप लेवा माटे बाजूओने समांतर १ इंच अंतरे लीटीओ दोरीने पूंठाना सरखा चोरस भाग करे छे; अने पछी ते **पृष्ठमां** आवा आटला चोरसो छे एम के'वाय छे.

आ प्रमाणे उपरना दाखलामां (आ. ४३) कहेला **पृष्ठमां** दरेक १ इंच लांबो, अने १ इंच पो'ळो, एवा ४० चोरसो छे.

आ. ४३



आ. ४४



ए उपरथी कही शकाय के तेनुं **क्षेत्रफल** ४० चोरस इंच छे.

तेवीज रीते (आ. ४४) १२ फूट लांबा, अने ३ फूट पो'ळा नियमित लाकडाना कडकानुं **क्षेत्रफल** ३६ चोरस

ફૂટ છે, એનું તેની બાજૂઓને સમાંતર ૧ ફૂટ અંતરે લીટીઓ દોરવાથી માલમ પડશે.

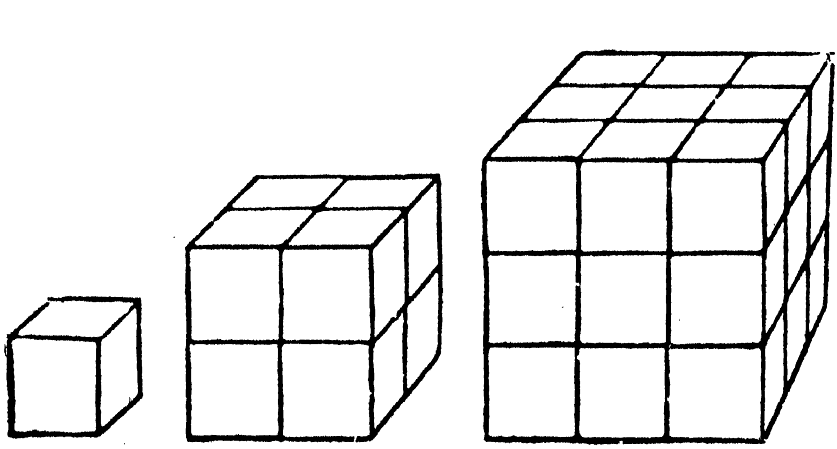
આ બે ઉદાહરણો ઉપરથી કોઈ પણ કાટખૂણ પૃષ્ઠનું **ક્ષેત્ર-ફલ** શોધવાની ઘણી સે'લી રીત મળી આવે છે. **લંબાઈ** અને **પો'ળાઈ**નો ગુણાકાર કરવો, અને જે **પરિણામ** આવે તે **ક્ષેત્રફલ** સમજવું.

અલબત, ધ્યાનમાં રાખવું કે બેઊ પરિમાણ એકજ જાતનાં, એટલે બંને **ફૂટમાં** અથવા **ઇંચમાં** હોવાં જોઇયે.

વર્ગમાં આ વાત પક્કી ઠસાવવા માટે એક પેટી દરેક વિદ્યાર્થીને વારા ફરતી આપવી, અને દરેકને તેણે પોતેજ માપ ગણીને તેની છ બાજૂઓનું **ક્ષેત્રફલ** શોધવાનો મનોયત્ન કરાવવો.

૨૬. **પરિમાણના માપ વિષે—પરિમાણ** એટલે કોઈ પણ વસ્તુ જેટલી જગા રોકે તે; તેને અને કોઈ પણ આપેલા અવકાશમાં જેટલા **ઘન** ગોઠવાઈ શકે તે વડે માપી શકાય છે.

આ. ૪૯



दरेक बाजू १ इंच (आ. ४५) होय, एवा केटलाक ना'ना घन अथवा पासा लई, तेमने ८ अने २७ ना समूहमां गोठववाथी परिमाण विषे घणी सारी समज पडे छे.

आ दरेक समूहनी बाजूओ मापीशुं, तो जणाशे के पे'लानी २ इंच, अने बीजानी ३ इंच लांबी थाय छे.

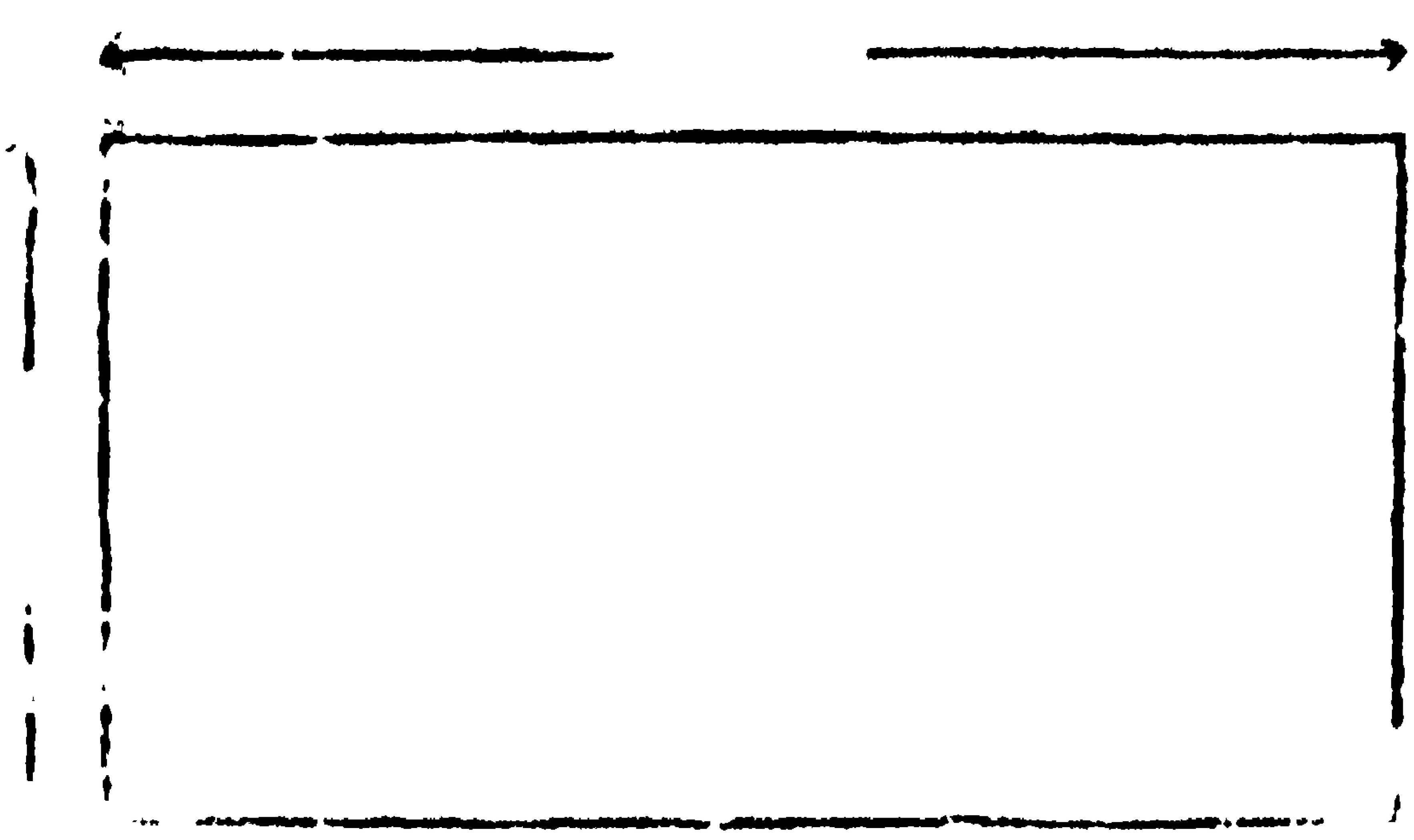
दरेक विद्यार्थीने गणतां आवडे एवो एक सादी संख्यानो हिसाब लईए.

एक ओरडो ४० फूट लांबो, २० फूट पो'ळो, अने १५ फूट ऊंचो छे, तेमां केटला घन फूट हवा रे'ती हशे ?

आ सवालनुं प्रथक्करण करतां एवो अर्थ निकळे छे, के ते ओरडानो बधो खाली अवकाश भरी नाखवा माटे, दरेक बाजू १ फूट लांबी होय एवा केटला घन जोइये ?

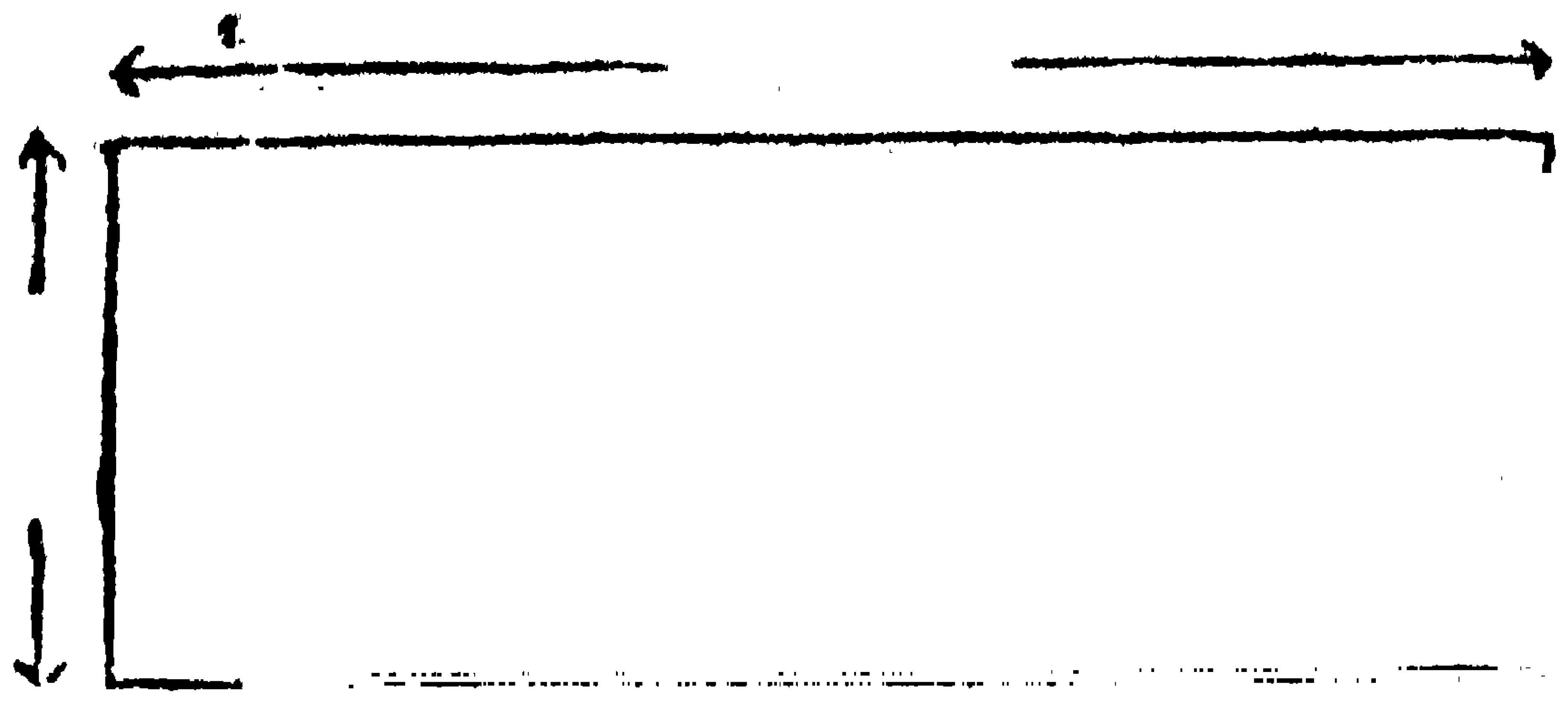
आपणे आगळ कही ते रीते गणत्री करतां ऊघाडुं मालम पडे छे के ओरडाना भोंय तळियामां (आ. ४६) ८०० चोरस फूट छे; त्यारे दरेक पृष्ठनुं क्षेत्रफल १ चोरस फूट होय, एवा ८०० घन तेमां पासे पासे गोठवी शकाय.

आ. ४६



हवे सवाल ए रह्यो, के एकंदर १५ फूट ऊंचाई थवा माटे एकेक उपर घननी केटली हारो गोठवी शकाय ?

आ. ४७



कांई पण गणत्री कर्या वगरज मालम पडे छे के ते संख्या १५ छे (आ. ४७).

माटे घननी कूल संख्या ८००×१५= १२,००० जोइये.

आ उपरथी कोई पण **काटखूण** घनाकृतिनुं **परिमाण** एटले ઘનફળ शोधवानी रीत नक्की थाय छे. **लंबाई, पो'ळाई** अने **जाडाई,** ए त्रणेनो गुणाकार करवो; अने પરિણામથી घनमाप प्रमाणे **परिमाण** मालम पडशे. अने मापनो **एकम** जे हशे ते प्रमाणे ते घन इंच, घन फूट, अथवा घन वार (यार्ड) थशे.

२७. **लंबाई मापवा माटे जोईतां उपकरण**—एमां બેવડો ફૂટ, ટેપપટી, પરકાર, કાલબ પરકાર, अने તારમા-પણી छे.

आ पांचमांनुं पे'लुं, एटले બેવડો ફૂટ कोई पण समकोण घनाकृतिनी લંબાઈ, पो'ળાઈ अने જાડાઈ मापवामां बहु उपयोगी छे; उदाहरण तरीके कोई पेटीनां परिमाण अथवा पा-

आ. ४८



बेवडो फूट.

टियानुं क्षेत्रफल.

बीजुं अथवा टेपपटी, बेवडो फूट वापरवानी सगवड न होय एवां माप लेवा माटे वपराय छे; अने दरजी, कडीआ, सुतार, तथा मिस्त्रिओने ते बहु उपयोगी छे.

आ. ४९

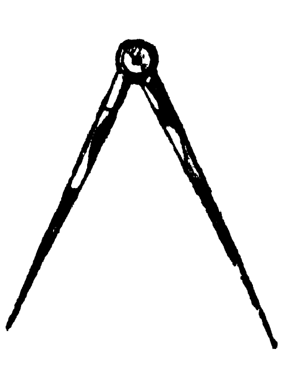


टेपपटी.

वळी, कोई पण गोळ वस्तुनो परिधि मापवामां पण टेप-पटी बहु सुगम पडे छे.

लाकडाना कडकाना अमुक भाग करवा माटे सुतार लोको परकार वापरे छे; तेमज कोई आपेली लीटीना सरखा भाग करवा माटे विद्यार्थी पण परकारज वापरे छे.

आ. ५०



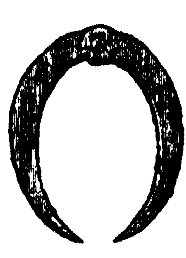
परकार.

आ. ५१



तारमापणी.

आ. ५२



कालब परकार

કાલબ પરકાર कांईक परकारने मळतो छे, ते एटलाज के कोई पण नलाकार वस्तुनो बा'रनो तेमज अंदरनो व्यास तेनाथी मापी शकाय छे. तोपण सगवडने माटे तेनां पां-खियां आकृति ९२ मां दर्शाव्या प्रमाणे वाळेलां होय छे.

सौथी छेल्लुं उपकरण તારમાપણી छे. ते आकृति ९१ मां बतांव्या प्रमाणे कापेलो पोलादनो एक कडको छे; अने तेना उपर जुदा जुदा मापनी खोभणो राखेली होय छे.

आ सघळी खोभणो माप प्रमाणे करेली होय छे, माटे जे तार जे खोभणमां पेशी शके, ते उपरथी तेनो व्यास नक्की करी शकाय छे.

ધાતુનું કામ કરનારાઓને आ तारमापणी बहु उपयोगी छे, कारणके तार जे खोभणमां पेशी शके ते उपरथी अमुक नं. १ अथवा नं. २६, करतां ना'ना व्यासनो छे एम ठरावी शकाय छे.

बर्मिंगहामनी तारमापणीमां पातळामां पातळो तार मापवा माटे २६, अने जाडामां जाडो तार मापवा माटे १ नंबरनी खोभण वपराय छे.

प्रकरण पांचमाना प्रश्नो.

१ महत्व एटले शुं ? रेखा, परिमाण अने पृष्ठ, ए संज्ञाओ समजावो.

२ क्षेत्रफल अने परिमाण (घनफल)नी व्याख्या आपो.

३. कालब परकार एटले शुं ? ते शा उपयोगमां आवे छे ?

४. एक मेजनुं उपरनुं क्षेत्रफल शोधवा माटे क्यां क्यां माप लेवानी जरुर छे ?

५. परिमाण एटले शुं ? एक पेटी ३ फूट लांबी, २ फूट पो'ळी, अने १२ इंच उंडी छे; तेनुं परिमाण केटलुं थशे ?

६. तमने आपेली पेटीनुं माप लईने तेनुं क्षेत्रफल अने परिमाण (घनफल) शोधी का'डो (एक जाडा कागळनी साधारण पेटी वर्गमां फेरववी).

७. लंबाई मापवानां उपकरणोनां नाम आपो.

८. एक दिवाल १७ फूट—९ इंच लांबी अने १३ फूट-१० इंच ऊंची छे; तो तेनुं क्षेत्रफल केटलुं थशे ?

९. कोई वस्तुनुं माप लेवा माटे तेना कया कया भागो जाणवानी जरुर छे? घन वडे कोई वस्तुनुं माप शी रीते लेशो ?

१०. कोई वस्तुने लंबाईना प्रमाण तरीके गणीए तो तेना उष्ममान उपर लक्ष राखवानी शी जरुर छे ?

११. प्राचीनकाळनां लंबाई मापवानां उपकरणो: हाथ, वेंत, वाम, मूठी अने मूठ विषे जे जाणता हो ते कहो.

१२. इंग्लेंडमां लंबाईना मापना कोष्टकमां वार (यार्ड) केवी रीते दाखल थयो ते कहो.

१३. आठ आने १ घन फूट प्रमाणे ५० फूट लांबी,

३० फूट पो'ळी, अने १५ फूट उंडी खाई खोदवामां शो खरच थशे ?

१४. ८ इन्च घन अने ८ घन इन्चमां शो तफावत छे ?

१५. बे पाटियांमांना एकनुं क्षेत्रफल १६ चोरस इंच, अने बीजानुं १६ इंच चोरस छे; तो कयुं पाटियुं केटलुं मो'टुं छे ?

१६. लंबाईना एकमना ठरेला प्रमाण विषे शुं जाणो छो?

१७. टेपपटीने लंबाईना माप तरीके वापरवाथी थता फायदा अने गेरफायदा दर्शावो.

१८. एक गाडीना पैडानो परिधि २२ फूट छे; तो २२ मैलमां केटला आंटा फरशे ?

१९. सोनाना वरख १ आने १ चोरस इंच मळे छे; तो १२ फूट लांबी, अने ८ फूट पो'ळी सपाटी उपर वरख चो'डवानो खर्च केटलो थशे ?

२०—२७ इंच पो'ळा अने १२ वार लांबा कागळनी किंमत १ रुपियो पडे छे; ते हिसाबे १४ फूट लांबा, १२ फूट पो'ळा, अने १० फूट ऊंचा ओरडानी दिवालने कागळ चो'डवानो खरच का'डो.

प्रकरण छट्ठुं.

द्रवो.

२८. घाडा अने चंचल द्रवो—२९. द्रवोनं पृष्ठ—३०. द्र-

થાનું દબાણ—૩૧. દ્રવોની કેશિકતાના ચમત્કાર—૩૨. કેશિકતાથી થતી અસરો.

૨૮. **ઘાડા અને ચંચલ દ્રવો**—આ પ્રકરણની શરૂઆતમાં પદાર્થની બીજી સ્થિતિ વિષે વિવેચન કરવામાં આવશે.

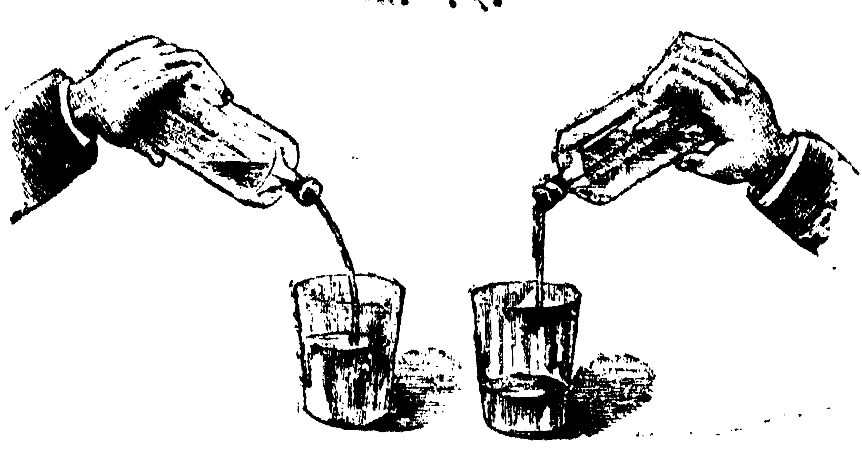
અત્યાર સુધી આપણે **ઘન સ્થિતિમાં** પદાર્થ વિષે વિચાર ચલાવ્યો; હવે **દ્રવ સ્થિતિમાં** તેના વિષે વિચારીએ.

સૃષ્ટિમાં જુદી જુદી જાતના કેટલા દ્રવ છે એનો આધાર તેમના વર્ગ પાડવાની રીત ઉપર રહે છે. કોઈ એક રીતે અને કોઈ તેથી જુદીજ રીતે તેમના વર્ગ પાડે છે.

શાસ્ત્રવેત્તાઓ દ્રવની ચલનશીલતા પ્રમાણે તેમના વર્ગ પાડે છે; ઉદાહરણ તરીકે, કોઈ દ્રવ ઝટ ફેલાઈ જાય (રેલો ચાલે) તેને તેઓ **ચંચલ દ્રવ** કહે છે; અથવા જે ધીમે ધીમે ફેલાય તેને **ઘાડો દ્રવ** કહે છે.

એ બાબત સમજાવવા માટે સરખા કદની એક પાણીની, અને બીજી મધની, એમ બે બાટલીઓ લો (આ. ૬૨), અને તેમાંથી

આ. ૬૨.



पाणी अने मद्य जुदा जुदा प्यालामां रेडो. कयो पदार्थ वे'लो खाली थशे ?

बेशक पाणी. शा माटे ?

पाणीना अणु मद्यना अणु करतां वणी झडपथी एक बीजानी उपर गबडी जाय छे. माटे पाणी पे'लुं खाली थाय छे. अने तेथी ते **चंचल** द्रव के'वाय छे.

बीजुं एरंडियुं अने दारू उपर कह्या प्रमाण सरखावीए, तो तरतज मालम पडशे के एरंडियुं **घाडो** द्रव अने दारू **चंचल** द्रव छे.

२९. **द्रवोनां पृष्ठ**—द्रवोनां पृष्ठ तपासतां मालम पडे छे के तेओ **क्षेत्ररूप** नथी.

क्षेत्ररूप ए शब्दनो आपणे स्थिर द्रवोना पृष्ठना संबंधमां

आ. ५४.



विचार करीए. पे'लुं, कोई पण द्रवनुं उपरनुं पृष्ठ **सम** होय छे; एटले तेनी उपर ओळंभो मूकीए तो ते तेने लंब थाय छे. पण आ नियम मात्र अमुक हद सुधीज लागू पडे छे; कारणके जेमणे दरियो जोयो हशे तेमने खबर हशे के दूरथी आवनारां वा'णोना सढ प्रथम नजरे पडे छे, अने खोखुं पाछळथी नजरे पडे छे; पण महासागरनुं पृष्ठ बराबर **सम** होय तो ए प्रमाणे थाय नहीं. आकृति ५४ मां एक वा'ण दरियानी अंदर जमीनथी जुदे जुदे अंतरे दर्शाव्युं छे. आकृतिमां जमणा हाथ तरफ मात्र सढज देखाय छे, अने डाबी बाजू तरफ वा'ण पूरेपूरुं देखाय छे.

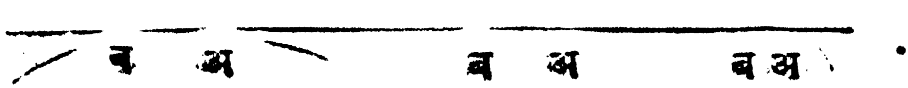
ए उपरथी साबीत थाय छे के स्थिर रहेला द्रवनां बे जातनां पृष्ठ मालम पडे छे; **क्षेत्ररूप** अने **वक्र.**

कोई कोई वखते **क्षेत्ररूपने** बदले **सपाट** एवो शब्द वपराय छे; तेनो अर्थ ए छे के द्रवना पृष्ठनुं दरेक बिंदु **एकज सम क्षेत्रमां** होय छे.

आ वात मात्र ना'ना पृष्ठने लागू पडे छे, कारणके तेमां **वक्र** पृष्ठ **क्षेत्ररूप** पृष्ठने लगभग मळतुं आवे छे.

ए नीचे प्रमाणे दर्शावी शकाय छे; जुदा जुदा व्यासनां बे अथवा त्रण वर्तुळ (आ. ५५) दोरो, अने ते दरेकना परि-

आ. ५५



धिमां सरखे वक्र अंतरे बे बिंदुओ अ अने ब लो. हवे जे वर्तुळनो व्यास मो'टामां मो'टो छे तेना परिधिमांनां बे बिंदुओ घणुंखरू लगभग सीधी लीटीमां आवे छे.

वर्तुळने जे बाबत लागू पडे छे ते गोळने पण लागू पडे छे. मो'टामां मो'टा व्यासना गोळनुं पृष्ठ लगभग सपाट होय छे; ए कारणथी कोई तळावनुं पृष्ठ आपणने **सम** अथवा **सपाट** मालम पडे छे; कारणके तेना वडे रोकायलुं क्षेत्रफळ आखी पृथ्वीना पृष्ठनो घणो ना'नामां ना'नो भाग छे.

३०. **द्रवनु दबाण**—द्रवना धर्मो विषे विचार करती वेळाए तेना संबंधमां रहेली वस्तुओ उपर द्रव जे दबाण करे छे ते ध्यानमां राखवुं जोइये.

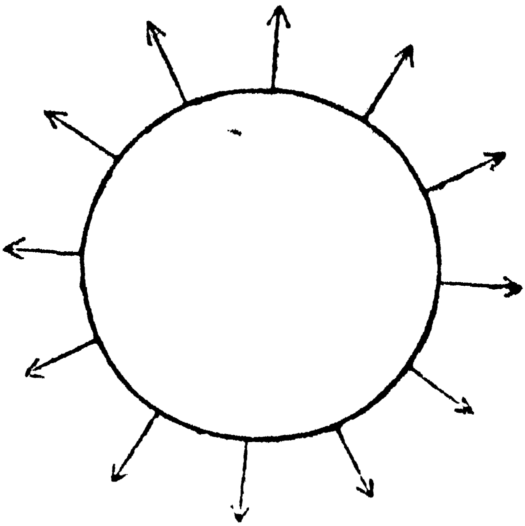
पास्कल नामना विद्वाने शोधी का'ड्युं छे के द्रवने कोई वासणमां बंध करीए, अने पछी बा'रथी दबाण करवामां आवे, तो ते वासणना दरेक भाग उपर एक सरखुं थाय छे.

उपरनो नियम से'लथी सिद्ध करवा माटे, एक रबरना पोला दडामां सोय वडे केटलांक काणां पाडी तेमां पाणी भरवुं, पछी तेने आंगळी अने अंगूठा वडे दबावतां दरेक काणामांथी पाणीनी धार जोरथी बा'र उडे छे; ते उपरथी जणाय छे के दडा उपर प्रथम करेलुं दबाण बधी बाजू उपर सरखी असर करे छे. ८६ मी आकृतिमां तीरनी रेखाओ दडानां काणांमांथी उडतां पाणीनी धाराओ दर्शावे छे.

बीजुं, द्रव वासणनी बाजूओ उपर दबाण करे छे; तेने

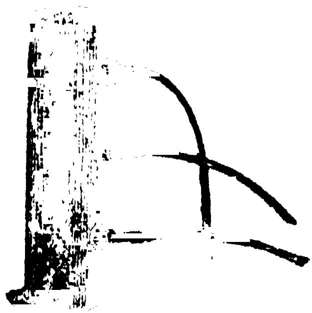
बाजूनुं दबाण अथवा **पार्श्वपीडन** कहे छे.

आ. ९६



आ प्रयोग धाराप्रवाह वडे दर्शावी शकाय छे. एक पोला नळाकार वासणने तळियेथी बंध करेलुं छे, अने तेनी एक बाजू उपर नानी काचनी नळीवाळा त्रण (आ. ९७) मकावा अनुक्रमे बेसाडेला होय छे. हवे ए कळशनी अंदर पाणी भरीए तो छेक नीचेनी नळीमांथी तेनी उपरनी नळी करतां वधारे जोरथी पाणीनी धारा उडे छे.

आ. ९७



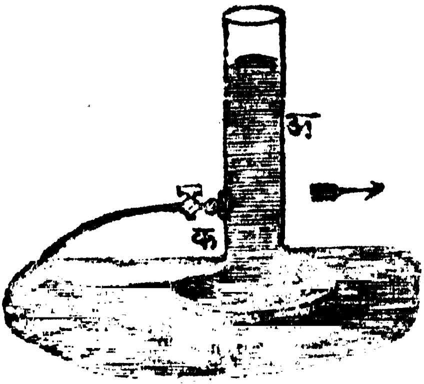
आनो शो खुलासो आपशो ?

छेक नीचेनी नळीमांथी उडती धारा उपर वजन वधारे छे, अने ते तळियानी नजीकना आडा काणा उपर कार्य करे छे; वचली धारा उपर तेना जेटलुं वजन नथी, माटे ते एटला-बधा जोरथी उडती नथी.

ए उपरथी एम साबीत थाय छे के—**कोई पण वासणना**

पासा उपर पडतुं दबाण द्रवना उपरना पृष्ठथी कोई पण बिंदुनी उंडाईना प्रमाणमां वधे छे. बीजुं, कोई वासणनी बाजूमां काणुं होय तेमांथी द्रव वहे त्यारे जे गति उत्पन्न थाय छे, ते उपरथी पण **पार्श्वपीडन** एटले बाजू उपर थता दबाणनुं सारुं उदाहरण मळे छे.

आ. ५८



५८ मी. आकृतिमां, एक पातळुं जसतनुं नळाकार वासण **अ** एक मोटा बूच **ब** उपर तरतुं मूक्युं छे, अने तेना एक बाजूए **क** सकावो छे.

ए नळीमां पाणी भरीने सकावो उघाडीए, तो तेना नीचेनो बूच पाणीनी धारा वे'ती होय तेथी उलटी दिशामां खसी जाय छे.

ए उपरथी जणाय छे के सकावो बंध होय छे त्यारे नळीना अंदरनां सरखां दबाण एक बीजाने समतोल राखे छे; पण सकावो जाय छे, तेथी एक बाजू उपर दबाण वधे छे, अने बीजी बाजू उपर कमी थाय छे, माटे असमान सभफलनेज लीधे उघाडतां तरतज पाणी एकदम बा'र निकळे छे, नळी पाणी उपर चाले छे.

ध्यानमां राखवुं के जे बांधमां पुष्कळ पाणी भराई रहे छे तेनी बाजूओ (पाळ) भारे दबाण खमे एवी मजबूत न होय, तो

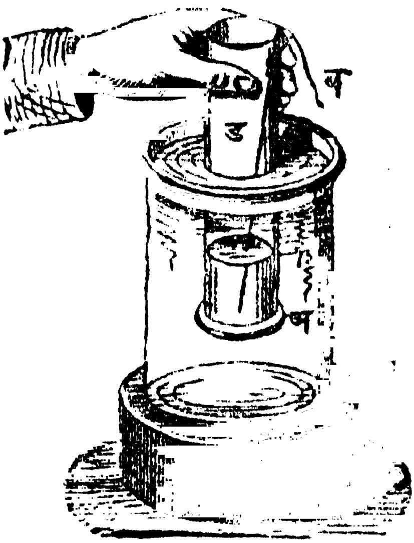
ते पाणीना **पार्श्वपीडनथी** फाटी जाय छे.

वळी, **द्रव पदार्थ उर्ध्व पीडन** अथवा उपरनुं दबाण पण करे छे. कोई बा'णनु गाबडुं निकळी जाय छे त्यारे पाणी पोताना **उर्ध्व पीडनने** लीधे घणा जोरथी अंदर धशी आवे छे.

आ बाबत प्रयोगसिद्ध करवा माटे एक सूकुं तुंबडुं पाणी उपर तरतुं मूकवुं, अने तेने आपणे जेटली झडपथी नीचे पाणीमां दबावीशुं तेटलीज झडपथी ते पाछुं उपर निकळी आवशे.

पाणी तुंबडाना नीचेना भाग उपर **उर्ध्व पीडन** करे छे, तेथी तुंबडुं उपर ऊंचकाई आवे छे.

आ. ९९.



अथवा, बीजी रीते साबीत करवा माटे आकृति ९९. मां दर्शावी छे तेवी बंने उघाडा छेडा वाळी एक लांबी काचनी नळी लेवी; अने तेना एक मों'डा उपर पातळा काचनो अथवा अगरखनो कडको **अ** बेसाडवो; (ए कडकानुं वजन गणत्रीमां लेवानी आ ठेकाणे जरूर नथी) ए कडका साथे **ब** दोरी बांधीने तेने पेली नळीना नीचेना मों'डा साथे लागू राखवो.

पछी ए उपकरण पाणी उपर गोठवीने दोरी छोडी दईए, तो पण पेलो छूटो कडको नीचे पडी जतो नथी तेनुं कारण शुं ?

उत्वाडुंज छे के पाणीनु **उर्ध्व पीडन** ते कडकाने ऊंचकी-ने नळीना मोंडा साथे टेकवी राखे छे.

३१. **द्रवनी कैशिकता**—ए काचना प्यालानी अंदर द्रव भरीने तपासीए, तो तेनी (द्रवनी) कोर सहज गोळाश पडती जणाय छे, पाणी भरेलु होय तो अंतर्गोल (‿) एटले प्यालानी अंदरनी बाजू जेवी, अने पारो भरेलो होय तो बाह्यगोल (⁀) एटले तडानी बा'रनी बाजू जेवी वळेली होय छे.

उपर जणावेला बे द्रवमांना गमे ते एकनी अंदर सांकडी काचनी नळी मूकवाथी थता कार्य वडे केशाकर्षणना चमत्कार दर्शावी शकाय छे.

नळीने पाणी अथवा बीजा तेने चोंटे (भीजवे) एवा द्रवमां उभी मूकीए, तो नळीनी अंदर ते द्रवनी **सपाटी** बा'रनी सपाटी जेटलीज नहीं, पण तेना व्यासना प्रमाणमां **ऊंची रहे छे** (आ. ६१).

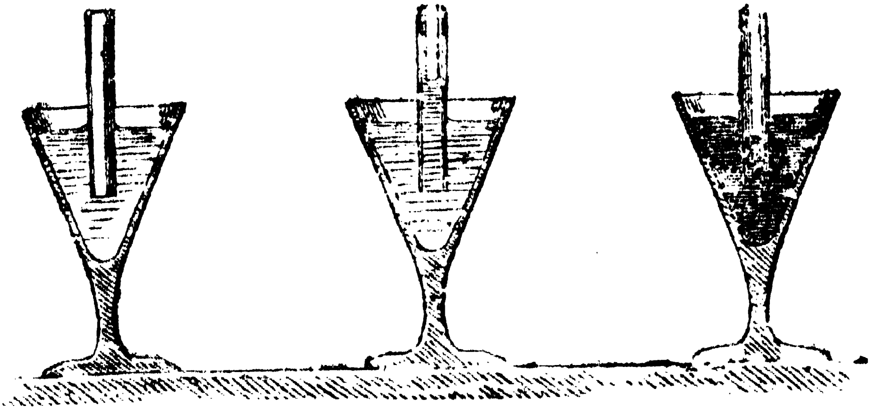
द्रवनी उपर कही ते ऊंचाई नळीना व्यासना व्यस्त प्रमाणमां होय छे. उदाहरण तरीके १/८ अने १/४ इंच अंदरना व्यासनी नळीओ लईए, तो १/४ इंच व्यासवाळी नळीमां द्रव जेटलो ऊंचो चडे छे, तेना करतां बमणी ऊंचाई सुधी १/८ इंचना वे'वाळी नळीमां चडे छे.

वळी, नळीने भीजवे नहीं एवा पाराना द्रवमां उभी मूकीए, तो पारो तेनी अंदर **नीचो** रहे छे. अने तेनुं पृष्ठ **बाह्यगोल** थाय छे.

उपर कहेला देखाव सांकडामां सांकडी नळीओमां सारी रीते मालम पडे छे, माटे तेओ (केश एटले वाळ उपरथी) कैशिकताना चमत्कार कहेवाय छे.

६० मी आकृतिमां एक नक्कर काचनो सळियो पाणीमां बोळेलो दर्शाव्यो छे. ते वासणनी बाजूमां अने काचना सळियानी बाजूमां पाणी ऊंचे चढीने केवुं बाह्यगोल थयुं छे ते तपासो.

आ. ६०. आ. ६१. आ. ६२



६१ अने ६२ मी आकृतिओमां, पाणी अने पारो भरेला प्याला पासे पासे दर्शाव्या छे, अने ते दरेकमां एकेक पोली काचनी नळी ऊभी मूकी छे. ६१ मी आकृतिमां नळीनी अंदर **पाणी ऊंचु चडेलुं छे**, अने तेनुं पृष्ठ **अंतर्गोल** मालम पडे छे; तेमज आकृति ६२ मां नळीनी अंदरनी पारानी सपाटी बाहरनी सपाटी करतां मात्र **नीची** छे एटलुंज नहीं, पण तेनुं पृष्ठ **बाह्यगोल** देखाय छे.

३२. **कैशिकताथी थतो असरो**—वनस्पतिमां तेमना पोषणने माटे रस, अथवा दीवानी बत्तीमां तेल, **केशाकर्ष-**

णथी ऊंचु च'डे छे.

बत्तीना रूना रेसाओ वच्चे बारीक छिद्रो होय छे ते **कैशिक नळीओ** तरीके कार्य करे छे, तेथी तेल ऊंचु च'डे छे.

चळी, मीठुं, लाकडुं, साकर, ब्लॉटिंग पेपर, वगेरे छिद्रोवाळा पदार्थोमांना कोईनो थोडो भाग द्रवमां बोळीए, तो ते द्रव तेमां ऊंचे च'डे छे.

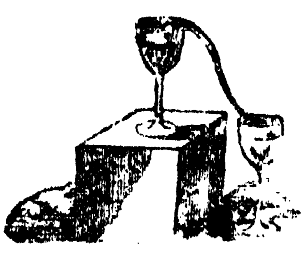
एनु कारण उघाडुं छे.

छिद्रो बहु पासे पासे होय छे, अने तेओ संख्याबंध **कैशिक नळिओ** एक बीजानी उपर गोठवी होय तेनी पेठे काम करे छे.

कोई विद्यार्थीनी कॉपीमां डाघो पडे तो शाही चुसी लेवा माटे प्रथम ते ब्लॉटिंग कागळनो एक छेडो अरकाडे छे, अने शाही **केशाकर्षणने** लीधे ब्लॉटिंग कागळमां ऊंची च'डी आवे छे.

विलायतना कंदोईओ मीठाई बनाववा माटे तैयार करेला दूधनी चासणी उपरथी घी का'डी लेवा माटे पातळो कागळ वापरीने उपरना धर्मनो लाभ ले छे.

आ. ६३



आकृति ६३. मां दर्शावेलो रमूजी प्रयोग दरेक विद्यार्थी करी शकशे. एक प्यालामां कोई पण द्रव भरीने एक बेसणी उपर मूकवो, अने तेनी पासे बीजो प्यालो मूकी बेउने एक रूना बत्ती वडे जोडवा; ऊंचेना प्यालामांनो द्रव **केशाकर्षण** वडे

झडप बंध बत्तीनी अंदर ऊंचो च'डीने नीचेना प्यालामां जाय छे.

केशाकर्षणना धर्म वडेज कोपरेल अथवा टेट्रोलियमना दीवामां खडीआथी घणे ऊंचे च'डीने तेल बत्तीमां बळे छे.

वासणमां उगाडेला झाडने पाणी पावा माटे वासणो हमेशां पाणीथी भरपूर राखवामां आवे छे; तथा छोड जोइये ते प्रमाणे **केशाकर्षण** वडे पाणी चूस्या करे छे.

आ. ६४



आकृति ६४. मां दर्शावेला हेसीनथ्स नामना छोड काचना वासणमां उगाडवामां आवे छे, तेमां ए चमत्कार जोवामां आवे छे. आकृतिमां लांबा रेषाओ केवा नीचे पाणीमां डूबेला देखाय छे!

गुलाबना छोड पण ए प्रमाणे काचना वासणमां उगाडी शकाय छे.

प्रकरण छठ्ठाना प्रश्नो.

१. केशाकर्षण एटले शुं ? तेना उपयोगनां बे उदाहरणो आपो.

२. पारानी अंदर एक पातळी काचनी नळी उभी मूकीए, तो शुं मालम पडशे ? एनां कारणो समजावो.

३. **केशाकर्षणनां** केटलांएक सामान्य उदाहरणो आपो.

४. द्रवनु उर्ध्व अने पार्श्व पीडन केवी रीते सिद्ध करवामां आवे छे ?

५. कोइ सच्छिद्र पदार्थने भीजववाथी शी असर थाय छे? उदाहरणो आपीने तेमना कार्यने कैशिक नळीना कार्य साथे सरखावो.

६. द्रवनुं ऊर्ध्व पीडन साबीत करो.

७. कोइ द्रवथी भरेला वासणनी अंदर रेशमनी दोरीनो एक छेडो डूबावीने बीजो छेडो तेनी बा'रनी बाजूए लटकतो राखीए, तो ते वासण खाली थई जाय छे. तेनां कारणो समजावो.

८. एक ना'नी घन पेटी पाणीथी भरीने लाकडाना त्रापा उपर तरती राखी छे; ए पेटीनी एक बाजूमां काणुं पाडीए, तो शी असर थशे ते समजावो.

९. झाड उगाडेला वासणने पाणी भरेली रकाबीमां शा माटे गोठवी मूके छे? ए छोडने पाणी शी रीते पूरुं पडे छे ते समजावो.

१०. तेलना दीवामां केशाकर्षणनो उपयोग शी रीते थाय छे ते समजावो.

११. घाडा अने चंचल द्रव वच्चेनो भेद समजावो.

१२. कोई मो'टा तळाव अथवा बांधकामनी पाळ नीचे-थी वधारे मजबूत शा माटे राखवामां आवे छे?

१३. पाणी कया बे प्रकारनां पृष्ठ धारण करे छे? आपणे कोई सपाटी क्षेत्ररूप छे एम क्यारे कहीए छीए?

१४. तमारी पासे बे द्रव होय तेमां घाडो कयो ते शी रीते जाणशो?

१५. પાર્શ્વપીડન अने ઉર્ધ્વ પીડન एटले शुं ? दरेकनां उदाहरणो आपो.

१६. ધારાકલશનું वर्णन आपो; तेना वडे कयो नियम समजावी शकाय छे.

१७. काचनी त्रण नळीओ १/८, १/१६, ३/१६ इंच व्यासनी छे, ए त्रणेने पाणीना प्यालामां उभी मूकीए, त्यारे तेमनी अंदर पाणीनी ऊंचाई बा'रनी सपाटी करतां केटली थशे तेनुं प्रमाण आपो.

१८. नीचेना छ द्रवमां कयो ધાડો अने कयो ચંચલ छे; (१) एरंडियुं, (२) मद्य, (३) कोपरेल, (४) गोळ, (५) तार, अने (६) पाणी.

प्रकरण ७ मुं.

द्रवो. (अनुसंधान)

३३. पाणी पोतानी सपाटी शोधी का'डे छे. ३४—पाणीनी सांचण—३५. मद्यनी सांचण—३६. कुदरती फुवारा (पाताळ कूवा).—३७ बारकरनी चक्की.—३८. ब्रामानुं पीडनयंत्र.—३९ डूबकी मारवानो घंट.—४०. जलभ्रमण.

३३. **पाणी पोतानी सपाटी शोधी का'डे छे.**—ઘન अने ५१ पदार्थ वच्चे एक मुख्य तफावत ए छे के ઘન पदार्थमां संसक्ति जोइये तेटली होय छे, तथा तेने अमुक जातनो आकार होय छे; अने ५१ना अणु एक बीजा उपर उटली

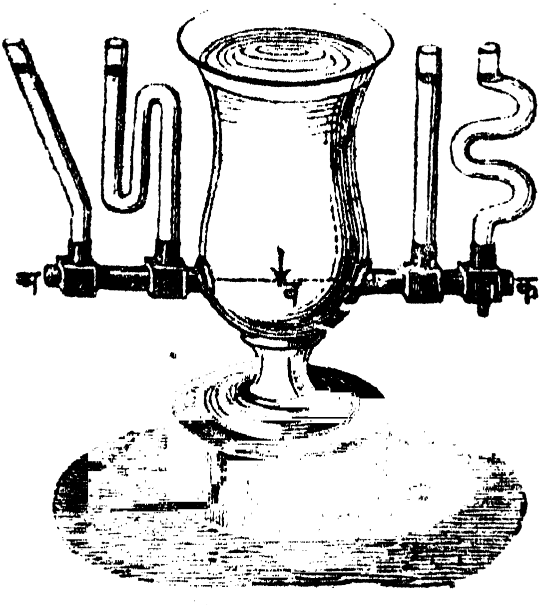
मेळाइथी गबडे छे, तेथी तेने जेवा वासणमां भरीए तेना जेवो आकार ते धारण करे छे.

ए उपरथी एक घणी अगत्यनुं परिणाम निकळे छे.

कोई द्रवने वासणमां भरीए त्यारे तेना अणु फेलाई जाय छे. अने तेनुं उपरनुं पृष्ठ **सपाट** थई जाय छे.

मात्र एटलुंज नहीं, पण केटलांक वासणोने एक बीजा साथे जोडीए, अने पछी तेमांना गमे ते एकमां द्रव रेडीए,

आ. ६९



तो ते सघळां वासणोमां फेलाई जाय छे, अने ते स्थिर थाय त्यारे दरेक वासणमां तेनुं पृष्ठ **एकज समक्षेत्रमां** आवी जाय छे.

आ नियम समजाववानी योजना आकृति ६९ मां दर्शावी छे.

एक पोली नळी **अ ब क** साथे जुदा जुदा आकारनां काचनां वासणो जोडेलां छे.

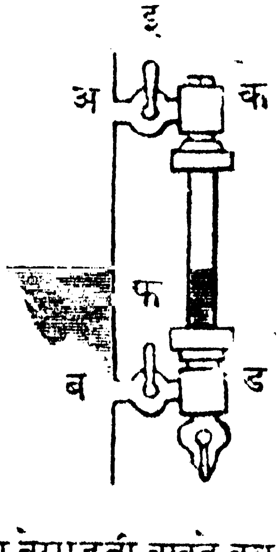
पाणी अथवा बीजो कोई द्रव वचली शाखामां रेडीए, तो ते **अ** अने **क** तरफ फेलाई जाय छे, अने पांच शाखाओमां तेनुं पृष्ठ **एकज अखंड समक्षेत्रमां** आवे त्यांसुधी आजुबा-

नुनी चारे शाखोओमां ऊंचो च'डे छे.

पाणो पोतानी सपाटोने शोधी का'डे छे ए नियम उपरनी बाबतमां लागू पडे छे.

आ नियमना बीजा घणा उपयोग थाय छे तेमांना केटलाक नीचे आप्या छे. बाष्पकरमां पाणी केटलुं छे, ते जाणवा माटे इजनेरो तेना आगळना बाष्पकरना भाग उपर एक काचनी नळी बेसाडे छे, ते उपरथी पाणीनी खरी ऊंचाइ मात्र नजर करं एटले जणाइ आवे छे.

आ. ६६



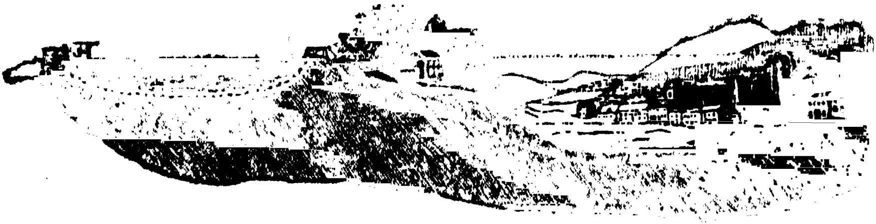
आकृति ६६ मां **अ ब**, बाष्पकरनो आगळनो भाग छे, अने **क ड** एक उभी १६ इंच लांबी काचनी नळी छे. ए नळीना छेडा धातुनी **अक, बड** नळीओमां बेसाडेला छे. नीचेनी धातुनी नळी बाष्पकरना पाणीवाळा भागमां गयली छे, अने उपरनी नळी वराळवाळा भागमां गयली छे. वखत **क ड** काचनी नळी भागी जाय, तो नळी बेसाडती वखते वराळ अने गरम पाणी बा'र आवतां अटकाववा माटे **इ** अने **फ** सकावा **अ क** अने **ब ड** नळीओ उपर राखेला छे.

उपर कहेला **इ** अने **फ** सकावा उघाडा होय छे त्यारे उपरना नियम प्रमाणे पाणी बाष्पकरमां जेटली उंचाइ सुधी होय, तेटली उंचाइ सुधी **क ड** नळीमां पण रहे छे.

बीजुं, मो'टां शे'रोनां घरोमां पाणी नळो वडे केवी रीते पूरुं पाडवामां आवे छे?

शे'रनी नजीक कोई ऊंची जगा उपर पाणीनो मो'टो होज बनावे छे; पछी ते होजमांथी नळो जमीनमां थईने दरेक मकाननी टांकीमां लई जवामां आवे छे.

आ. ६७.

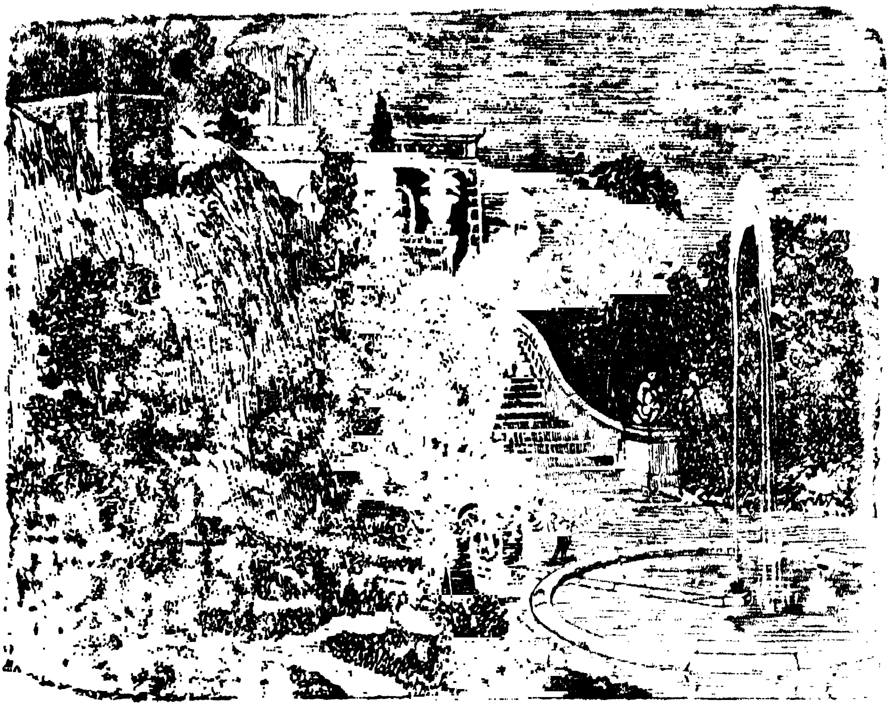


पछी **पाणी पोतानी सपाटी शोधी का'ढे छे**—ए नियमने अनुसरीने, ते जमीनमां दाटेला नळो वाटे मकानोमां बीजे अथवा त्रिजे माळे, होजनी सपाटी जेटली ऊंचाई सुधी च'डे छे. तथा वधारे ऊंचुं कदी च'डी शकतुं नथी.

वळी, फुवाराओमां पण एज नियम लागू पडे छे. फुवारो उडवा माटे जे पाणी आवे छे ते कोई जगाए भरेला होजमांथी नळवाटे आवे छे, अने ते फुवारानी धारा तेनी ऊंचाई अने होजमांनी पाणीनी सपाटीनी ऊंचाई वच्चेना तफावतना प्रमाणमां जोरथी अथवा धीमेथी उडे छे.

चित्रमां (आ. ६८) डावी बाजूए होज, अने तेमांथी

आ. ६८.



फुवाराना होजमां जमणा हाथ तरफ जतो नळ बिंदुरेखाथी दर्शाव्यो छे.

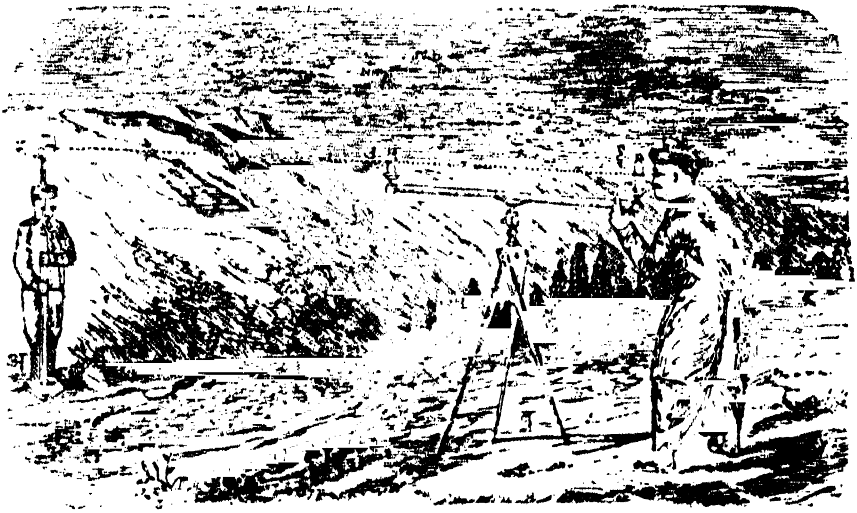
३६. **पाणीनी सांधण**—३३ मी कलममां जणाव्युं छे के कोई वासणना एक भागमां पाणी रेडीए, तो ते बधे फेलाई जाय छे; अने बधामां एक सरखी ऊंचाईए आवी जाय छे.

पाणीनी सांधण ए नियमने अनुसरीने बनावेली छे.

एक धातुनी नळी आकृति ६९ मां दर्शाव्या प्रमाणे बेऊ छेडा आगळ काटखूणे वाळेली होय छे; अने तेमां **ड** अने **इ** काचनी नळीओ बेसाडेली होय छे.

ए पाणीनी सांधणने **ब** त्रिपाई उपर गोठवीने एक काचनी

आ. ६९



नळीमां पाणी रेडे छे. पाणी एकदम धातुनी नळीमां फेलाई जाय छे, अने बीजी तरफनी काचनी नळीमां चडे छे; अने ते स्थिर थतां काचनी बने नळीओमां एकज सपाटीए रहे छे, एटले तेओमां पाणी उपरनां पृष्ठ એકજ સપાટીમાં આવે છે.

बे जगाओनी ऊंचाई वच्चेनो तफावत शोधवा माटे ए मुख्य-त्वे करीने वपराय छे. धारो के **अ** आगळनी जमीननी ऊंचाई **ब** आगळनी जमीननी ऊंचाई करतां केटली वधारे छे ते आपणे शोधवुं छे; तो **अ** आगळ एक फूट अने एक इंच-वाळो अंकित दांडो उभो करवो; ए दांडामां एक बीजो सरी शके एवो अंकित दांडो होय छे, तेने मुख्य दांडो टूंको पडे तो सेरवी ऊंचो चडावे छे; एकज जातनु पतरुं **म** तेना उपर जडेलुं होय छे. अने ते पतराना मध्य बिंदुमां चोकडी होय छे. हवे, पतराना मध्य बिंदुनी चोकडी दृष्टिनी सीधी लीटीमां **ड**

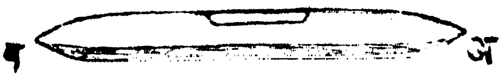
इ साथे सीधी लीटीमां आवे, त्यारे **अम** ऊंचाई जाणी शकाय छे.

ए ऊंचाई **ब** थी **इड** लीटी सुधीनी ऊंचाईमांथी बाद करीए तो **ब** आगळनी जमीन करतां **अ** आगळनी जमीन केटली ऊंची छे ते मालम पडे छे.

२९. **मयनी सांधण**—से'ज विचार करवाथी मालम पडशे के **पाणीनी सांधणनो** उपयोग बधी जगाए करी शकातो नथी.

उदाहरण तरीके मेज, पेटी, अथवा कबाट, समक्षेत्रमां गोठवायलु छे के नहीं ते जोवा माटे **मयनी सांधण** काममां आवे छे.

आ. ७०



आ. ७१



एनी रचना आ प्रमाणे छे. एक काचनी नळीमां दारु भरेलो होय छे (आ. ७०); तेमां एक हवानो परपोटो राखेलो होय छे, अने ते द्रवना सौथी ऊंचा भागमां रेवानु हमेशां वलण करे छे. ए सांधणने वापरवा माटे लाकडा अथवा धातुना

वरमां जड छे; अने पेला हवाना परपोटानी हीलचाल जोवा माटे ७१ मी आकृतिमां दर्शाव्या प्रमाणे तेनुं मथाळुं उघाडुं राख्ये छे. उदाहरण तरीके, धारो के हवानो परपोटो ड अने कनी वचमां-म आगळ-रहे छे, तो जाणवुं के जे पृष्ठ उपर मद्यनी सांधण गोठवी छे ते पृष्ठ समक्षेत्रमां छे. ए जरा पण वांकुं अथवा ढळतुं होय, तो परपोटो नळीना उपला छेडा तरफ चडी जाय छे.

३६. **कुदरती फुवारा (पाताळ कुवा).**—वरसाद वरस्या पछी तेनुं पाणी त्रण रीते अदृश्य थाय छे. केटलुंक वाफ रूपे उडी जईने हवामां मळी जाय छे; केटलुंक ढळता प्रदेशमां, नदी, नाळां अने वे'ळाओमां वही जाय छे; अने केटलुंक जमीनमां अपचोषाई जाय छे. वरसादनुं पाणी अदृश्य थवानी आ छल्ली रीत लोकोने बहु उपयोगी छे; कारणके ए प्रमाणे थवाथीज भूकवचमां पाणी एकठुं थाय छे, अने कुवा खोदे छे त्यारे ते कवच फोडवाथी पाणी निकळे छे. साधारण कुवा ३० थी ७० फूट सुधी उंडा होय छे, अने ते फकत हाथ-मे'नतथी खोदी शकाय छे; पण कोई मो'टा शे'रमां पाणी पूरूं पाडवा माटे एवा कुवाथी काम चाले नहीं.

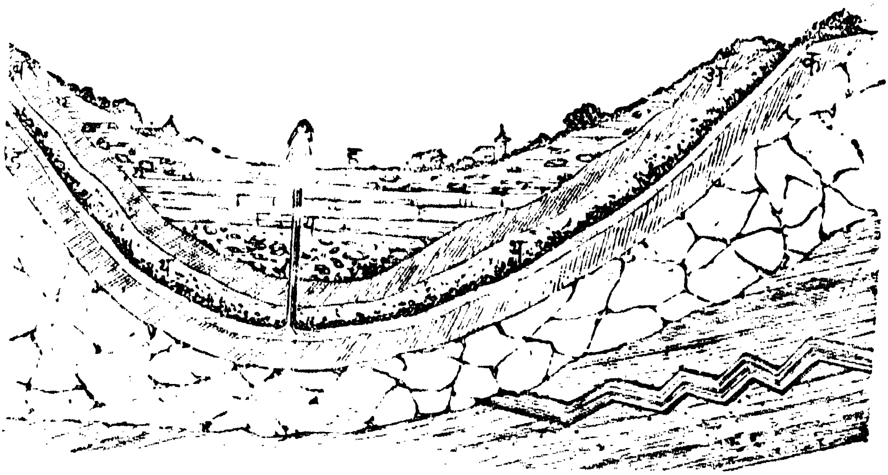
लंडन शे'र ज्यां आवेलुं छे, ते जगानुं छेक उपरनुं पड खारानुं छे, अने तेनी नीचे मो'टुं माटीनुं पड छे, ते बहु सान्द्र छे अने तेमां पाणी से'लथी उतरी शकतुं नथी.

माटीनो मो'टो जथो छे ते घणा मैल सुधीना विस्तारवाळा

प्यालाना आकारना चाकना कठण पड उपर रहेलो छे; माटी अने चाकनी वचमां कोई कोई ठेकाणे रेतीनु पड होय छे.

हवे, पाणी, माटी अने रेतीमां थई तळिये जईने चाकना कठण पड उपर भेगुं थाय छे; अने चाकना पड सुधी उंडा कुवा खोदवाथी लंडन शे'रनो दररोज २००००००० प्यालन पाणीनो खप पूरो पडे छे. पासेनी आकृति जोवाथी ए कुवा

आ. ७२



विषे समज पडशे. **अ ब** अने **क ड** माटीनां पड छे, अने तेमनी वचमां **क क** रेतीनु पड छे.

हवे, रेतीना थरने मथाळे पडेलु वरसादनुं पाणी स्वाभाविक रीते गळाईने पछी फाटमां एकठुं थाय छे.

एक उभो नळ **इ, कड** थर सुधी उतारीए तो पाणी पोतानी सपाटीए आवी रे'वाने माटे घणुं ऊंचुं च'डी आवे छे.

आवा कुवा प्रथम फ्रान्स देशना आटोइस शे'रमां खोदवामां

आवेला, ते परथी तेओने कुदरती फुवारा अथवा पाताळ कुवा—कहे छे.

पारिसनी नजीक ग्रेनल शे'रमां एक कुवो १६०० फूट सुधी खोदवा छतां बिलकुल पाणी निकळ्युं नहीं, पण खोदतां खोदतां १८०० फूट उंडा गया त्यारे एक कठण चाकना पड नीचे लीली रेतीनुं पड निकळ्युं. ते पड फोडयुं एटले पाणी माथा सुधी च'डी आव्युं, अने दररोज ५००००० ग्यालन पाणी बा'र वे'वा लाग्युं. वळी ते पाणी गरम हतुं.

सुरत जिल्लामां देवकी उनाईनो कुंड छे, तेनुं पाणी जमीननी सपाटी सुधी च'डी आवे छे. ते पाणी हमेशां बहु गरम होय छे, अने कोई कोई प्रसंगे सुखे नाही शकाय एवुं पण होय छे. मही नदी नजीक पण एक कुदरती फुवारो निकळ्यो छे एवुं के'वामां आवे छे.

सुरत जिल्लाना जलालपूर तालुकाना एक गाममां एक कुवो छे, ते गयां त्रण वर्षथी शियाळानी रुतुमां उभराया करे छे, अने उनाळामां तेनुं पाणी जमीननी सपाटीथी त्रण फूट उंडु रहे छे.

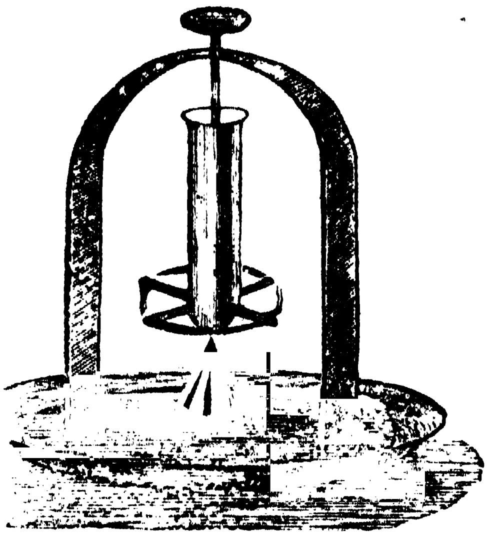
चेतीकनां एवो एक कुवो ६२० फूट उंडो खोद्यो, त्यारे पाणी जमीननी सपाटी करतां ४ फूट ऊंचे च'डी आव्युं हतुं.

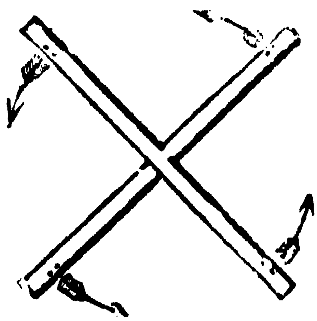
टुर्थिगमां एक पाताळ कुवो छे, तेमांथी एटलुं बधुं पाणी वहे छे के तेना धोध वडे कोई मो'टा यंत्रनुं चक्कर पण फेरवी शकाय.

फ्रेंच सरकारना हुकमथी उत्तर आफ्रिकामां पाताळ कुवा बनाववामां आव्या छे. सहराना रणमां एक कुवो १५६ फूट ऊंडो खोद्यो त्यारे तेमांथी एक ४ इंच लांबी माछली निकळी; ए कुवानी नजीक घणा मैल सुधी कोइ पण नदीओ अने वहेळा होय छे.

३७, **बारकरनी चक्की**—पाणी वासणनी बाजूओ उपर जे दबाण करे छे ते द्रवनी उंडाईना प्रमाणमां होय छे; ए नियमने अनुसरीने बारकरे पोतानी चक्की बनावी छे.

आ. ७३ आ ७४





तेणे ७३ मी. आकृतिमां दर्शाव्युं छे तेवुं नळाकार वासण बनाव्युं, अने तेनुं उपरनुं मोढुं खुल्लुं राख्युं, तथा नीचे चार बाजूए चार नानी नळीओ जोडी, (आ ७४) आडां काणां वाळी नळाकार वासणना मध्य भागमां धरीने ठेकाणे एक

मजबूत सळियो राख्यो, तेना उपर ते चक्की फरे छे.

हवे, ए वासणमां पाणी भरीए तो पेली चार नानी नळी-ओनां काणांमांथी पाणीनी धारा वहे छे, अने चक्की चकर चकर फरे छे.

एनो खुलासो ३० मी. कलममां आपेलो छे; ते ए के चार असमान समभणो नानी नळीओना काणा सामे कार्य करे छे, तेथी चक्की आंस उपर चकर चकर फरे छे.

एज नियमनो लाभ लइने डेवनपोर्ट बंदरमां एक प्रयोग कीधो हतो.

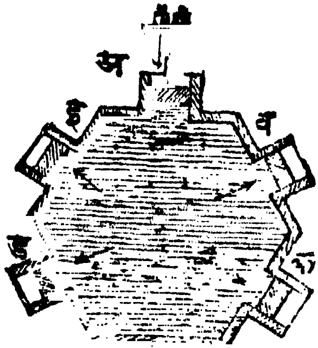
"जलदेवी" नामना नौकासैन्यना वा'णने तळिये बाकुं राखीने, तेमांथी बंबा वडे पाणी खेंचीने, वचमां राखेला एक मो'टा नळमां भरवामां आवतुं, अने पछी ते पाणीने वा'णनी बाजू उपर राखेला काणामां थइने जोरथी दरियामां पाडता हता. ए वा'णने सढ अथवा हलेसा वगेरे कशुं साधन न हतुं, तोपण ते कलाके ११ माइलना वेगथी चालतुं हतुं.

३८. **बामा'नी पीडनी**—सघळा द्रवमां बेवडो धर्म रहेलो छे. तेओ संकोचाता नथी, अने वासणनी दरेक बाजू उपर दबाण करे छे. आ बेवडा धर्मनुं एकंदर परिणाम ए थाय छे के, कोई वासण काना सुधी पाणीथी भरी तेनुं मो'ढुं बंध कीधा पछी तेनी गमे ते बाजू उपर दबाण करीने तेनो थोडो भाग અંદર दबावीए, तो तेनी बाजूनो बीजो कोई भाग અवश्य બા'ર ઉપસી आवे छे; कारणके ए बेऊ क्रियामां एक सरखो

पाणीनो जथो एक जगाएथी खसीने बीजी जगाए जाय छे.

एनी बराबर समज पडवा माटे आकृति ७९ मां दर्शाव्युं छे तेवुं वासण लेवुं; अने तेनी बाजूओमां एक सरखा व्यासनी केटलीक नळियो बेसाडवी; अने ते नळीओना मो'डामां सरी शके एवा पेषक (दाटा) बेसाडवा.

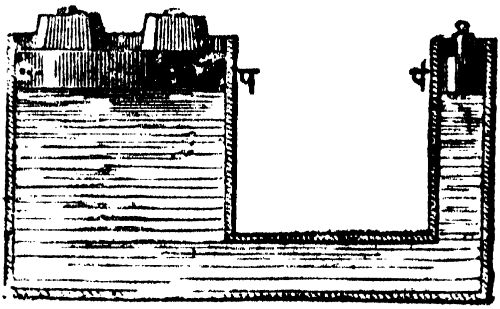
आ. ७९



मथाळेना अ पेषक उपर १ पौंड वजन मूको; ते वजन अ पेषकना क्षेत्रफल जेवडा वासणना दरेक भाग उपर एक सरखी असर करे छे; कारणके ब, क, ड, अने इ पेषकोने बा'र निकळी जता अटकाववा माटे तेमना उपर पण एकेक पौंड दबाण राखवुं पडे छे.

हवे, ए चारे पेषकोने जोडीने एक मो'टो पेषक (आ. ७६) अ करतां चार गणा क्षेत्रफलनो बनाव्यो होय, तो अ उपर १ पौंड वजन मूकीए त्यारे ब उपर ४ पौंड वजन मूकवुं पडे.

आ. ७६



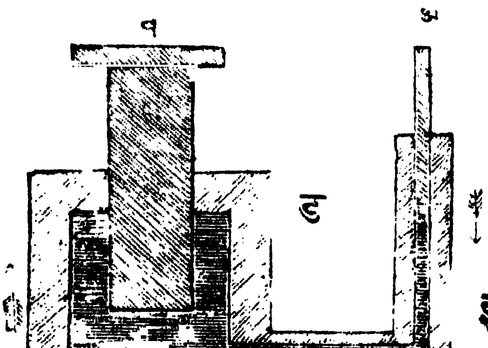
एनी समज ७६ मी आकृतिमां आपी छे. अ पेषक उपर करेलुं दबाण बधी बाजूए केवी रीते जाय छे ते तीरो वडे दर्शाव्युं छे.

ए उपरथी अनुमान थायछे, के **ब** नुं क्षेत्रफल **अ**ना क्षेत्रफलथी जेटला गणुं होय तेटला गणुं **अ** उपरनुं वजन **ब** उपर मूकवुं जोइये.

ब्रामा'नी पींडनी जेने **जलपीडनी** कहे छे ते पण एज मूलतत्त्वने आधारे बनेली छे; अने ते व्यवहारमां बहु उपायोगी छे. माटे तेनुं टूंकुं वर्णन नीचे आप्युं छे.

धारो के बे मजबूत नळाओ **ड** अने **इ** एक नळी वडे एक बीजा साथे जोडेला छे; अने तेमां **अ** अने **ब** नक्कर पेचको बेसाडेला छे. ते पेचकोनुं क्षेत्रफल १ अने १० ना प्रमाणमां छे. बेऊ पेचकोनी वचमांनो भाग पाणीथी भरेलो छे. हवे **अ** पेचक उपर दबाण करीए तो शुं परिणाम आवशे? (आ. ७७)

आ. ७७



ब पेचकनु क्षेत्रफल **अ** पेचकना क्षेत्रफल करतां दश गणुं छे, माटे **अ** उपर जेटलु बळ लागे तेनाथी दशगणी असर **ब** उपर थशे.

आ यंत्र बनावनारा उपलो नियम ग्रहण करीने **अ** पेचक बने तेटलो नानो (भागी न जाय एवो मजबूत) बनावे छे; अने **ब** पेचक बने तेटलो मोटो बनावे छे; एटले **अ** उपर लागेलु बळ बनी शके तेटलागणी वधारे असर करे छे.

आवा यंत्र वडे रूने खूब दबावीने तेनी गांसडीओ लो'डानी पाटी वती बांधे छे; ए प्रमाणे दबावीने गांसडीओ बांधवाथी एक वा'णमां पुष्कळ रू भरी शकाय छे.

बीजुं, वा'णोने जे चोकठां उपर अद्धर बांध्यां (बनाव्यां) होय ते उपरथी ऊंचकीने दरियामां मूकवा माटे पण ए यंत्र वपराय छे; तेमज; वा'णोनां तळियां तपासी जोवा माटे तेमने अंदर भरेला बोजा साथे छेक पाणीनी सपाटीथी बा'र पण ऊंचकी का'डवामां आवे छे.

आगगाडी सडकना पाटा उपरथी गबडी पडे तेने **डुमकलास** वडे ऊंचकीने पाछी पाटा उपर गोठवे छे; ते डुमकलास पण ना'नी **जलपीडनी** जेवुं होय छे.

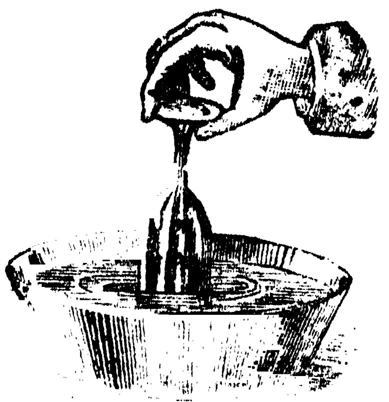
जलपीडनीना बधा उपयोग आपवानो आ ना'ना पुस्तकमां अवकाश नथी, माटे बीजो एक दाखलो आपी बंध करीए छीए. **जलोद्धारक** वडे गादिओमां अने मो'टी मो'टी वखारोमां एक माळ उपर भरेलो माल बीजा माळ उपर घणी से'लथी च'डावी शकाय छे; अने माणसोने पण एक माळ उपरथी बीजा माळ उपर एकदम ऊंचकी लेवामां आवे छे.

३९. **डूबकी मारवानो घंट**—एक काचना प्यालाने ऊंधो राखीने पाणीमां डूबावीए तो पाणी तेनी अंदरना भागमां मात्र थोडीज ऊंचाई सुधी च'डी शके छे. तेनुं कारण शुं?

प्यालामांनी हवानुं आकुंचन थाय छे, अथवा तेनुं कद ओछुं थाय छे अने दबाण वधे छे, तथा पाणीना उर्ध्वपीडन-

नी सामे कार्य करीने तेने नीचे दबावी राखे छे.

आ. ७८.



आ बाबतनी खात्री करवा माटे विद्यार्थीए नीचेनो प्रयोग पोताने घेर करी जोवो. एक काचना प्यालामां केटलीक जीवती माख पकडीने घालवी, अने पछी ते प्यालाने उंधो राखी पाणीमां डूबाववो; पेली माखो भण भण करती प्यालानी अंदर उड्या करे छे; ते उपरथी खात्री थशे के प्यालानी अंदर हवा रहेली छे. आ सत्य उपरथी **डूबकी मारवानो घंट** बनाववामां आव्यो छे.

इ. स. २५३८ मां बे ग्रीक तमाशगीरोए ५ मा चार्लस राजा अने तेना अमलदारो आगळ ए घंटनो खेल कीधो हतो. तेनुं वर्णन आ प्रमाणे छे; लोडानुं मोटुं घंटाकार वासण तळियेथी खुल्लुं होय छे; अने केटलाक माणसो बेसी शके एवी बेठक तेमां राखेली होय छे.

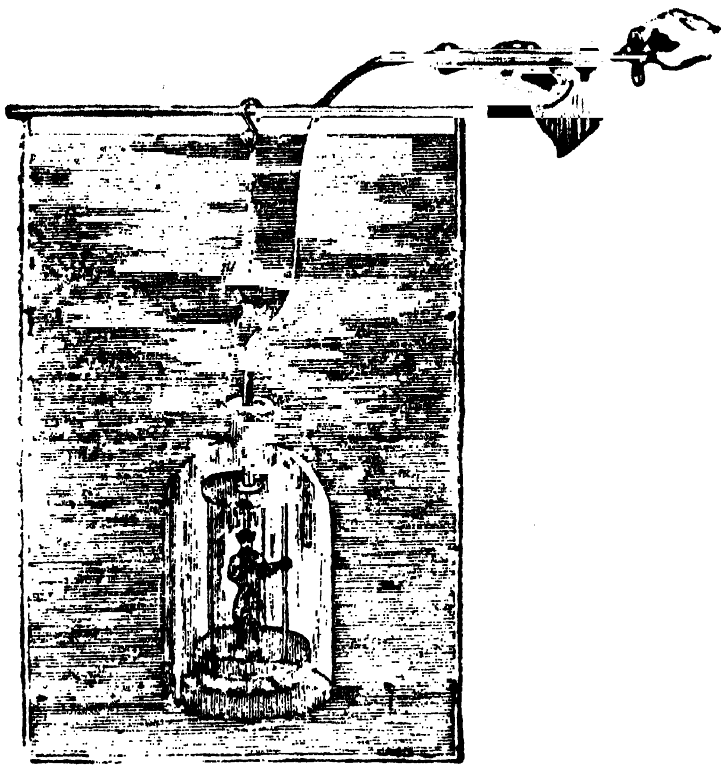
ए घंटने सांकळ वडे पाणीमां नीचे उतारे छे, त्यारे तेमांनी हवा संकोचाय छे, अने पाणीना उर्ध्वपीडन सामे कार्य करे छे; तेथी घंटनी अंदर बेठेला माणसो वगर अडचणे घणा ऊंडा उतरी शके छे.

उदाहरण तरीके धारो के घंटनी अंदरना पाणीनी सपाटी नदीना पाणीनी सपाटी करतां ३४ फूट उंडी होय, त्यारे

ઘ'૮ માત્ર અર્ધોંઔંજ પાણીથી ભરાય છે. હવે સવાલ ઉઠે છે કે ઘંટમાં રહેલા માણસને તાજી હવા ક્યાંથી પુરી પડે ?

બંબાના ઉપયોગથી એ મુશ્કેલી દૂર થાય છે.

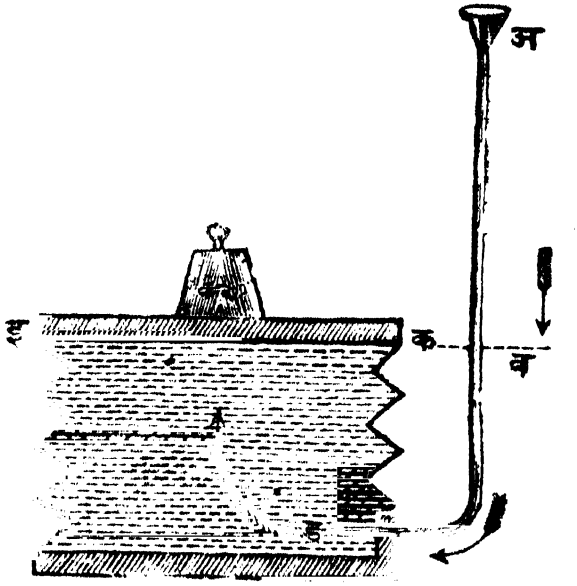
આ. ૭૯.



આ. ૭૯ મી. માં **ડૂબકી મારવાનો ઘંટ**, તેને પાણીમાં ઉતારવાની યોજના, અને તેમાં બેઠેલા માણસોને તાજી હવા પૂરી પાડવા માટે બંબો વાપરવાની રીત દર્શાવી છે.

૪૦. **જલ–ધમણ**–દ્રવનાં પીડન (દબાણ) વિષેનાં મ-ઘળાં ઉદાહરણોમાં **જલ–ધમણનું** ઉદાહરણ કદી ભુલાય નહીં એવું છે. પાટિયાના બે ગોળ કકડાની વચમાં ચામડું રાખીને

तेमने जोडेला होय छे, अने तेनो घाट धमण जेवो होय छे. नीचेना पाटियामां एकेक वांकवाळी लो'डानी नळी बसाडेली छे. आं. ८०.



हवे (आ. ८०) अ गळणीमां थईने आखी धमण अने अ ड नळी भराय एटलुं पाणी रेडीए तो उपला पाटिया उपर एक माणस उभो रहे, अथवा कोई भारे वजन मूकीए ते सुद्धां चामडुं लांबु थई शके त्यांसुधी ते पाटियुं ऊंचकाई जाय छे.

आनुं कारण ए छे के अ थी ब सुधी नळीमां रहेला पाणीनुं वजन धमणना दरेक भाग उपर असर करे छे.

हवे, आमा'नी पीडनी विषे कह्युं छे, ते प्रमाणे इक पाटियानुं **क्षेत्रफल अड** नळीना **क्षेत्रफल** करतां १०० गणुं होय, तो **ब** आगळ मूकेलुं १ पौंड वजन **इक** उपर १०० पौंड वजन समतोल राखी शके छे; पण पीडनयंत्रमां तफावत मात्र एटलो छे, के **अड** नळीमां पेषक नथी.

धारो के, चित्रमां दर्शावेली नळीनुं क्षेत्रफल $\frac{1}{2}$ चोरस इं-

च छे, अने पाटियानुं क्षेत्रफल १०० चोरस इंच छे.

त्यारे, १०० चोरस इंचमां १/२ चोरस इंच २०० वखत समाय छे, माटे नळीमां **अ** अने **ब** नी वचमां १ पौंड पाणी होय, तेना वडे पाटिया उपर मूकेलुं २०० पौंड वजन बरा-बर समतोल रे'शे.

आ चमत्कारी परिणामने **जलस्थितिविषयक विरोधा-भास** कहे छे.

प्रकरण सातमाना प्रश्नो.

१. मोटां शे'रोनां मकानोमां पाणी केवी रीते पूरुं पाड-वामां आवे छे ते चित्र दोरीने समजावो.

२. **पाणीनो सांचणनुं** वर्णन करो; ते शा काममां आवे छे?

३. फुवाराना मूळतत्त्वो सचित्र समजावो.

४. फुवारो उडाववा माटे द्रवनी गतिनो कयो नियम का-ममां आवे छे? ते नियमना बीजा उपयोग कहो.

५. मद्यनी सांचणनुं वर्णन करो, अने तेनो उपयोग समजावो.

६. डूबकी मारवाना घंटनुं वर्णन आपो.

७. शे'रोमां पाणी पूरुं पाडवा माटे ऊंची जगा उपर हौज बांधवानुं कारण समजावो.

८. कुदरती फुवारा अथवा पाताळ कुवानुं वर्णन आकृति साथे आपो; तेनां मूळतत्त्वनो नियम समजावो.

९. ब्रामा'ना पीडन यंत्रनुं कार्य, अने तेनां मूलतत्त्वो टुंकामां समजावो.

१०. बारकरनी चक्कीनुं वर्णन, अने आकृति आपो.

११. जलसांधणु अने मद्यसांधणु बन्नेनो तफावत दर्शावो.

१२. बारकरनी चक्कीनां बधां ना'नां काणां बंध थई जाय तो शुं परिणाम आवे ? ते परिणामनां कारणो आपो.

१३. बाष्पकरमां पाणीनी सपाटी जोवानुं साधन तेना नियम साथे वर्णवो.

१४. जल सांधणु केवी रीते वापरवी ते टुंकामां समजावो

१५. बारकरनी चक्कीनो कोई व्यावहारिक उपयोग लखो.

१६. जल पीडनीमां मो'टा पेष्टानुं क्षेत्रफल १२ चोरस इंच अने ना'नानुं १ चोरस इंच होय, तो ना'ना पेष्टा उपर २ पौंड वजन मूकीए त्यारे मोटा उपर केटलुं वजन समतोल राखी शकाशे ?

१७. जलपीडनी शा शा उपयोगमां आवे छे ?

१८. जलधमणनुं वर्णन आपो, अने आकृति दोरीने समजावो.

प्रकरण ८ मुं.

सांद्रता अने विशिष्ट गुरुत्व.

४१. सांद्रता–४२.–विशिष्ट गुरुत्व–४३. आरकिमीडी-सनो सिद्धांत–४४. ए सिद्धांतनो प्रयोग सहित समजण-४५

घन, द्रव, अने वायुरूप पदार्थनुं विशिष्ट गुरुत्व शोधवानी रीतो.

४१. **सांद्रता**–जुदा जुदा पदार्थो एक सरखा परिमाणना लईने तोलीए तो ते दरेकनुं वजन जुदुं जुदुं थाय छे.

उदाहरण तरीके पाणी, सीसुं, अने सोनाना सरखा कदनुं वजन १, ११, अने १९ थाय छे.

ए उपरथी एम केवाय के सीसुं पाणी करतां ११ गणुं सांद्र छे, अने सोनुं १९ गणुं सांद्र छे.

माटे पदार्थना अणु सज्जड होय तेना प्रमाणमां तेनी सांद्रता गणवामां आवे छे. एनां घणां जाणीतां उदाहरणो आपी शकाय; जेम के थाडी धूमस, अने थाडु जंगलने सांद्र* कहीए छीए.

४२. **विशिष्ट गुरुत्व**–ए संज्ञा रसायन, यांत्रिक, अने पदार्थविज्ञानना पुस्तकमां वारंवार वपराय छे.

एनी समज एवी छे के कोई पदार्थना अमुक परिमाणनुं **तेटलाज परिमाणना** कोई पदार्थ साथे बीजा कोई प्रमाणभूत पदार्थने संबंधे सरखावतां जे **खास वजन** थाय ते विशिष्ट गुरुत्व छे.

घन अने द्रव पदार्थो पाणीने मळता छे, अने विष्यंदित जल शुद्ध होय छे माटे (३९° फा. अने ४° श. उष्ममाने) तेने ए बंने जातना पदार्थना वजनना **प्रमाण** तरीके पसंद करेलुं छे.

---

* धूमसना संबंधमां ज्यारे सांद्र शब्द वापरवामां आवे छे त्यारे सहज एम समजाय छे के धूमसना जलमय अणुना, अने जंगलना संबंधमां वनस्पति विषे केवामां आवे छे.

माटे आपणे सोनानुं **विशिष्ट गुरुत्व** १९ छे एवुं कहीए, तेनो अर्थ एम छे के सोनानुं वजन तेटला परिमाणना पाणी करतां १९ गणुं छे; अथवा पारानुं **विशिष्ट गुरुत्व** १३ $\frac{1}{2}$ छे; अथवा तेटलाज परिमाणना पाणी करतां ते १३ $\frac{1}{2}$ गणो भारे छे.

४३. **आरकिमीडीझनो सिद्धांत**—आरकिमीडीझने विषे एक वात चाले छे ते उपरथी तेना विचारोनुं उदाहरण स्पष्ट थाय छे.

सायरेक्युसना हीरो नामना राजाए हरक्युलीस नामना देवने माटे सोनानो एक मो'टो मुगट कराव्यो. सोनीए घणी कारीगरी वापरी सारो नकसीदार मुगट राजाने बनावी आप्यो; पण राजाने वे'म आव्यो के तेणे सोनुं का'ढी लईने तेटली बीजी धातु भेळी छे, माटे मुगट भाग्या वगर तेमां बीजी धातु केटली भेळीछे ते शोधी का'डवानुं काम आरकिमीडीझने सोंप्युं.

आरकिमीडीझ ए बाबत विषे विचार करतो एक दिवस बेठो हतो एटलामां ना'वानो वखत थयो अने पाणीथी भरेला मो'टा पीपमां ते ना'वा बेठो, त्यारे पाणी पीपमांथी ऊभराईने बा'र जतुं तेणे जोयुं; ए उपरथी तेने ख्याल आव्यो के तेना शरीरना परिमाण बराबर पाणी बा'र निकळी गयुं हतुं; अने तेज प्रमाणे मुगटनी अंदर बीजी धातु भेळी हशे तो तेनुं परिमाण तेटलाज वजनना सोनाना परिमाण करतां मो'टुं थयुं हशे, माटे मुगटने पाणीमां डुबाववाथी जेटलुं पाणी बा'र निकळी जाय, ते करतां ओछुं पाणी मुगट बराबर शुद्ध सोनु पाणीमां डुबाववाथी बा'र निकळी जशे.

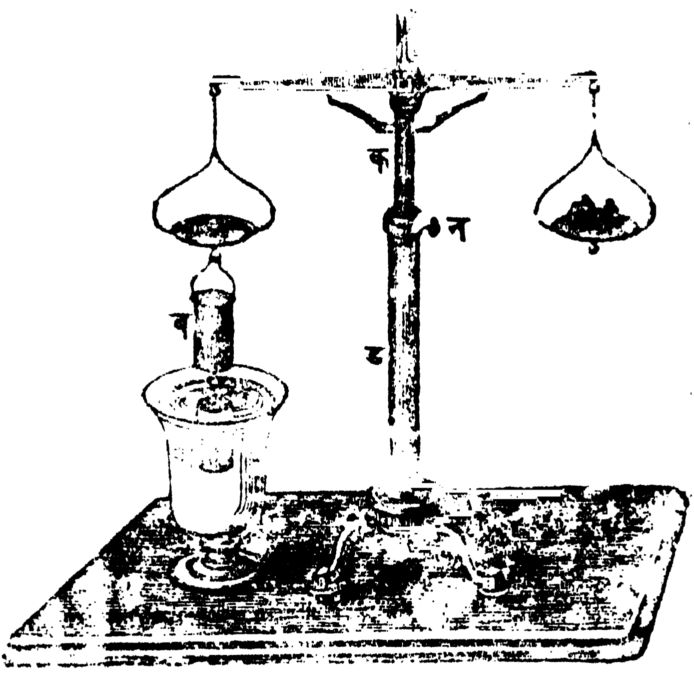
एवुं के'वाय छे के "में शोधी काढ्युं! में शोधी काढ्युं एम बूम पाडतो ते नागो नागो मो'ल्लामां दोडी गयो हतो.

ए उपरथी नीचेना सिद्धांतने **आरकिमीडीझनो सिद्धांत** कहे छे.

सिद्धांत—**कोई पण घन पदार्थने पाणीमां डुबावीए तो तेनाथी जेटलुं पाणी खसी जाय तेटला पाणीना वजन जेटलुं ते पदार्थनुं वजन ओछुं थाय छे.** अलबत ते पदार्थ पाणीमां ओगळे नहीं एवो होवो जोइये.

४४. आरकिमीडीझना सिद्धांतनी प्रयोग सहित साबीती. जल-तुलाना एक त्राजवा नीचे (आ. ८१) पीतळनुं पोलुं नळाकार वासण ब लटकाव्युं छे, अने तेनी नीचे एक नक्कर दांडो अ लटकाव्यो छे, जेनुं कद नब अंदरना घनफळनी बरा-

आ. ८१.



वर छे. बीजा त्राजवामां वजनो मूकीने समतोल तुला करशो.

हवे, धारो के नीचे एक पाणी भरेलुं वासण गोठवीने तेमां अ दांडाने आखो डुबाव्यो, तो शुं परिणाम आवशे?

पाणीनुं ऊर्ध्व पीडन तेना उपर असर करे छे तेथी वजनवाळुं पल्लुं नीचुं पडे छे.

हवे, आपणे ब पोला वासणमां पाणी रेडीए तो कांटानी दांडी धीमे धीमे पाछी सीधी थवा मांडे छे, अने ए वासण आखुं भराय त्यारे बराबर समतोल थाय छे.

ए उपरथी शो निर्णय थाय छे?

शुं पाणीना ऊर्ध्वपीडननी असरथी अ ना घटेला वजननी बराबर ब वासणमां भरेला पाणीनुं वजन नथी?

आरकिमोडीझनो सिद्धांत बराबर कबूल करतां सवाल उठे छे के अ नक्कर दांडो पाणीमां डुबावीए त्यारे पाणीवाळा वासणना तळिया उपर दबाण वधे छे के नहीं?

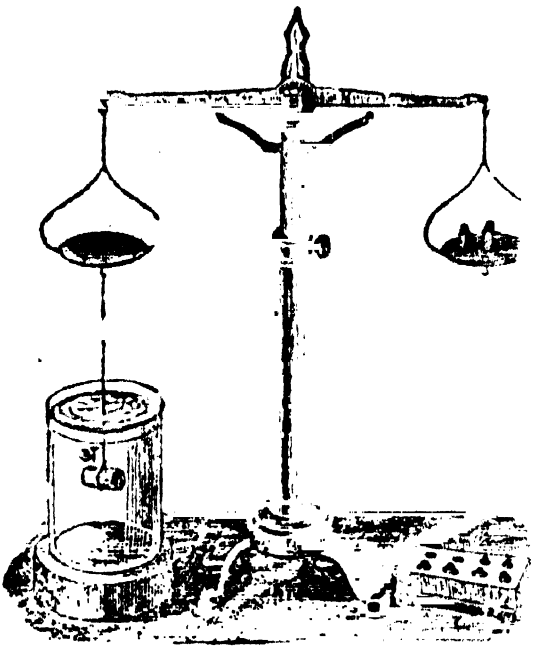
बेशक वधे छे. कारणके कोई घन पदार्थ पाणीमां डुबावीए तो पाणीनी सपाटी स्वाभाविक रीते ऊंची चडे छे, अने वासणना तळिया उपर थतुं दबाण तळियाना क्षेत्रफळ अने पाणीनी ऊंचाईना प्रमाणमां थाय छे, माटे पेलो दांडो डुबाववाथी जेटलुं पाणी खसी जाय, तेटला पाणीना कदनी बराबर पाणी खरेखर उमेर्युं होय तेटलुं दबाण वासणना तळिया उपर वधे छे.

एज कारणने लीधे थांभलाओने मथाळे बांधेला जलक्रीडा

करवाना होजमां वजन वाळी क्रीडानौका मूकवामां आवे छे त्यारे थांभलाओ उपर दबाण वधारे थाय छे; कारणके नौका भारे होवाने लीधे तेनो घणो भाग पाणीमां डूबे छे, तेथी હોજમાં પાણીની સપાટી ઊંચી થાય છે.

४९. घन, द्रव, अने वायुनां विशिष्ट गुरुत्व शोधवानी रीतो. पे'ली जलतुला वडेः—

धारो के आपणे एक सीसाना ककडानुं विशिष्ट गुरुत्व शोधवुं छे. आ. ८२



ककडाने प्रथम एक पल्लाना नीचेना आंकडा साथे लटकावी हवामां तोळवो (आ० ८२). धारो के तेनुं वजन हवामां ८२० ग्रेन थाय छे.

पछी अ आगळ दर्शाव्या प्रमाणे तेने शुद्ध पाणीमां डुबावीने फरीथी तोल करवुं; पाणीना ऊर्ध्वपीडनने लीधे समतोल नाश पामे छे.

हवे तेनुं वजन ७४९ ग्रेन थाय छे.

ए उपरथी ७१ ग्रेननो तफावत आवे छे, ते खरुं जोतां सीसाना परिमाण जेटला पाणीनुं वजन छे.

हवे, ए मात्र सामान्य गणितनो हिसाब छे.

एक सीसाना ककडानुं वजन ८२० ग्रेन छे, अने तेटलाज परिमाणना पाणीनुं वजन ७१ ग्रेन छे, तो सीसुं पाणी करतां केटला गणुं भारे छे ?

भागाकार करतां $८\frac{२०}{७१}=११\frac{३९}{७१}$ अथवा ११·५५ आवे छे.

आ भागाकार $११\frac{३९}{७१}$ सीसानुं विशिष्ट गुरुत्व छे.

दा. १. एक पथराने हवामां तोलतां तेनुं वजन $५\frac{१}{२}$ पौंड थाय छे, पण तेने पाणीमां डुबाडीने तोळीए तो $३\frac{३}{४}$ थाय छे. तेनुं कारण समजावो अने पथरानुं विशिष्ट गुरुत्व शोधी काढो.

वजनमां जे तफावत पडयो छे ते पाणीना ऊर्ध्व पीडनने लीधे छे, अने एटलुं वजन पथराना परिमाण जेटला पाणीना परिमाणनुं छे.

हवे पथरानुं वजन$=५\frac{१}{२}$ पौंड छे.

अने पाणीना तेटलाज कदनुं वजन$=५\frac{१}{२}-३\frac{३}{४}=१\frac{३}{४}$ पौंड छे.

माटे पथरानुं विशिष्ट गुरुत्व$=\frac{५\frac{१}{२}}{१\frac{३}{४}}=\frac{११}{२}\times\frac{४}{७}=\frac{२२}{७}=३\frac{१}{७}$.

जवाब.

दा. २. एक घन पदार्थनुं वजन हवामां २५ पौंड छे ने एक द्रवमां १६ पौंड थाय छे, अने बीजा द्रवमां १८ पौंड थाय छे, तो ए बंने द्रवनुं विशिष्ट गुरुत्व शा प्रमाणमां हशे ?

ए नक्कर पदार्थनुं वजन २५ पौंड छे.

अने पे'ला द्रवना तेटला परिमाणनुं वजन$=२५-१६=९$ पौंड छे.

बीजुं, बीजा द्रवना तेटला परिमाणनुं वजन=२५—१८=७ पौंड छे.

बेऊ द्रवना सरखा परिमाणनुं वजन सरखावतां ९:७ प्रमाण आवे छे, माटे ९:७ जवाब.

७०७ रीत—**द्रवनुं विशिष्ट** गुरुत्व शोधवानी.

से'लामां से'ली रीत पात्र वडे विशिष्ट गुरुत्व शोधवानी छे. ए पात्र ८३ मी आकृतिमां **अ** आगळ दर्शाव्युं छे तेवुं कामनुं होय छे. तेनुं मो'डुं पो'ळुं अने तेमां कागळनो पोकळ दाटो **ब** बेसाडेलो होय छे. ए वासणनुं कद तेमां ६०° फा. उष्ममाननुं १००० ग्रेन पाणी माय एवडुं होय छे.

आ. ८३.



ए पात्र वडे कोई पण द्रवनुं विशिष्ट गुरुत्व नक्की करवा माटे प्रथम खाली पात्रनुं वजन करवुं (तेनी अंदर रहेली हवानुं वजन घणुं थोडुं होवाथी ते गणत्रीमां लेता नथी).

पात्रनुं वजन चित्रमां बतावेला पीतळना **क** वजननी बराबर छे. पछी ते पात्रमां द्रव भरीने तेनुं वजन करवुं.

आ बंने वखतना वजनना तफावतनी बराबर पेला द्रवनुं वजन छे.

पण आपणे जाणीए छीए के तेटलाज परिमाणना पाणीनुं वजन १००० ग्रेन छे.

माटे द्रव्यना वजनने १००० ग्रेन वडे भागवाथी, तेनुं पाणीना प्रमाणमां विशिष्ट गुरुत्व मळी आवशे.

बीजुं, कोई कहेशे के पारानुं विशिष्ट गुरुत्व १३½ छे, एटले शुं ?

विशिष्ट गुरुत्व.—पात्रना काना सुधी पारो भरीने तेनुं तोल करीए, अने पछी खाली पात्रनुं तोल करीए, तो पारानुं खरेखरुं वजन १३५०० ग्रेन थाय छे. पण तेटलाज परिमाणना पाणीनुं वजन १००० ग्रेन छे. ए उपरथी साबीत थाय छे के अलबत पाणी करतां पारो १३½ गणो भारे छे.

माटे पारानुं विशिष्ट गुरुत्व $\frac{१३५००}{१०००}$=१३½ छे.

दा. १. खाली विशिष्ट गुरुत्व—पात्रनुं वजन २०० ग्रेन छे. अने तेमां पाणी भरीए त्यारे १२०० ग्रेन अने मद्यसार भरीए त्यारे १००० ग्रेन वजन थाय छे.

ए उपरथी मद्यसारनुं विशिष्ट गुरुत्व शोधो.

पाणीनुं खरुं वजन १२००-२००=१०००० ग्रेन.

मद्यसारनुं खरुं वजन १०००-२००=८०० ग्रेन.

माटे मद्यसारनुं विशिष्ट गुरुत्व $\frac{८००}{१०००}=\frac{४}{५}$= ८ छे.

दा. २. खाली विशिष्ट गुरुत्व—पात्रनुं वजन २०० ग्रेन छे तेमां पाणी भरीए तो १२०० ग्रेन थाय छे, अने दूध भरीए तो १२३० ग्रेन थाय छे, त्यारे दूधनुं विशिष्ट गुरुत्व केटलुं

पाणीनुं खरुं वजन=१२००—२००= १००० ग्रेन

दूधनुं खरुं वजन=१२३०—२००=१०३० ग्रेन

माटे दूधनुं विशिष्ट गुरुत्व=$\frac{१००३}{१०००}$=१$\frac{३}{१०००}$ अथवा १.००३ छे.

दा. ३ विशिष्ट गुरुत्व—पात्रमां विष्यंदित जळ भरीए तो तेनुं वजन १२०० ग्रेन, अने खारुं पाणी भरीए तो १२२८ ग्रेन थाय छे, विशिष्ट गुरुत्व—पात्रनुं वजन २०० ग्रेन होय तो खारा पाणीनुं विशिष्ट गुरुत्व केटलुं ?

विष्यंदित जळनुं ખરું વજન=१२००—२००=१०००.

खारा पाणीनुं खरुं वजन १२२८—२००=१०२८.

माटे खारा पाणीनुं विशिष्ट गुरुत्व=$\frac{१०२८}{१०००}$=१$\frac{२८}{१०००}$ अथवा १.०२८.

३जी रीत—वायुरूप पदार्थ अथवा वाफनुं विशिष्ट गुरुत्व शोधवानी. वायुओ अने वाफने घणुं करीने तेमना जेटला उष्ण-मान अने दबाणवाळा वातावरण साथे सरखाववामां आवे छे, तेमनुं विशिष्ट गुरुत्व शोधवा माटे एक मोटो बे ग्यालन मापनो काचनो चंबू वापरवामां आवे छे. ए चंबूना मोंढा उपर एक पेचवाळो सकावो बेसाडेलो होय छे, ते वडे तेने हवा-बंध जोडी शकाय छे.

चंबूमांथी हवा खाली करीने तेने तोले छे.

पछी जे वायुनुं विशिष्ट गुरुत्व शोधवुं होय ते वायुने तेमां भरीने पाछो तोले छे, अने हवा भरीने पण पाछो तोले छे, એટલે સરખા કદના वायुओ अने हवानुं वजन मळी आवे छे.

वायुना वजनने હવાના वजन वडे भागतां जे संख्या आवे

ते वायुनुं हवाना प्रमाणमां विशिष्ट गुरुत्व गणाय छे.

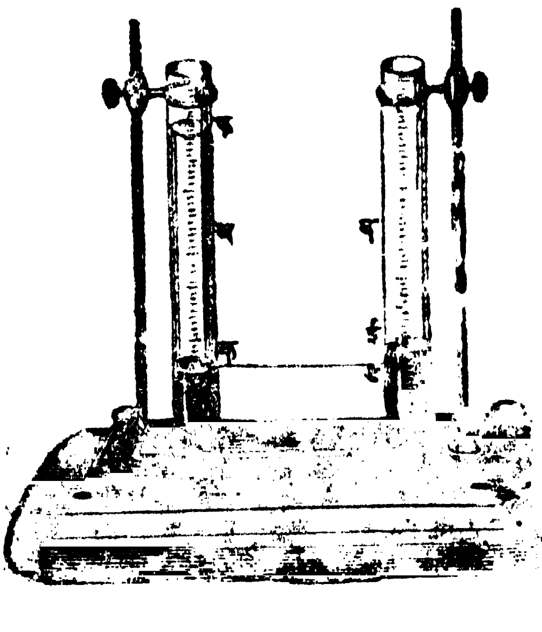
उदाहरण तरीके १०० घन इंच सूकी हवानुं वजन ३१ ग्रेन छे अने तेटलाज परिमाणना सरखा दवाण अने उष्ण-मानवाळा कारबोनिक ॲसिड गॅसनुं वजन ४७$\frac{१}{४}$ ग्रेन छे; तो तेनुं विशिष्ट गुरुत्व केटलुं ?

हवे $\frac{४७\frac{१}{४}}{३१} = \frac{१८९}{१२४} = १\frac{६५}{१२४} = १.५२$ जवाब.

अथवा १०० घन इंच हाइड्रोजन वायुनुं वजन २$\frac{७}{५०}$ ग्रेन छे, तो दाखलामां विशिष्ट गुरुत्व $= \frac{२\frac{७}{५०}}{३१} = \frac{१०७}{१५५०} = \frac{१}{१४}$ लगभग.

आ उपरथी जणाय छे के हाइड्रोजन वायु जे बीजा सघळा वायुओ करतां हलको छे तेनुं विशिष्ट गुरुत्व $\frac{१}{१४}$ छे, एटले हवा सरखा परिमाणना हाइड्रोजन करतां १४ गणी भारे छे.

आ. ८४.



छेल्ली रीत—द्रवनं विशिष्ट गुरुत्व शोधवानी व्यावहारिक रीत.

८४ मी आकृतिमां देखाडया प्रमाणे एक नळी वाळेली होय छे, अने तेनी बे बाजूओमां द्रव रेडवामां आवे छे.

उदाहरण तरीके आपणे पाणी अने पारो लईए अने प्रथम पारो रेडीए तो पारो स्थिर थशे त्यारे **ब** अने **क** पृष्ठो एक सपाटीमां आवी जशे

हवे पारो **ब** शाखानी अंदर सामान्य सपाटी **ब क** करतां १ इंच ऊंचो च'डे त्यांसुधी **अ** शाखानी अंदर पाणी रेडवुं.

पछी पाणीना पृष्ठ **अ** थी **बक** सुधीनुं अंतर मापीए, तो ते **अब** ऊंचाईए १३$\frac{1}{2}$ इंच थाय छे.

ए उपरथी मालम पडे छे के **अ** शाखानी अंदर १३$\frac{1}{2}$ इंच पाणी जेटलुं दबाण करे छे तेटलुंज दबाण १ इंच पारो **ब** शाखानी अंदर करे छे, अथवा शुद्ध पाणी करतां पारानुं वजन (सरखा कदमां) १३$\frac{1}{2}$ गणुं छे.

एज कारणने लीधे एक बीजा साथे मिश्र थई न जाय एवा द्रव पोताना ओछा विशिष्ट गुरुत्व प्रमाणे तळियेथी अनुक्रमे गोठवाय छे.

एक अर्धो शेर द्रव रहे एवडा प्यालामां पा शेर तेल भर्युं होय अने पछी तेमां तेटलुंज पाणी रेडीए तो बे द्रव केवी रीते प्यालामां रे'शे. ?

परिमाण जोतां तेल पाणी करतां हलकुं छे माटे ते उपर आवशे, अने पाणी तळिये रे'शे.

प्रकरण ८ ना प्रश्नो.

१ द्रवनुं विशिष्ट गुरुत्व एटले शुं? पाणी करतां वधारे विशिष्ट गुरुत्ववाळा बे द्रवोनुं नाम आपो. अने कोई ओछा विशिष्ट गुरुत्ववाळा द्रवनुं नाम आपो.

२ पारानुं विशिष्ट गुरुत्व १३ $\frac{1}{2}$ छे एवुं साबीत करो. वायुओने कोनी (कह्या प्रमाणे) साथे सरखाववामां आवे छे?

३ एक अर्धा शेरना प्यालामां पा शेर तेल छे अने तेमां पा शेर पाणी रेडीए तो ए बे द्रवो प्यालामां केवी रीते गोठवाई जशे? तेनां कारणो आपो.

४ नक्कर पदार्थोनुं विशिष्ट गुरुत्व शोधवानी रीत बराबर समजावो.

५ "विशिष्ट गुरुत्व" एटले शुं? ते विषे आरकिमीडीझे कयो शोध कर्यो हतो?

६ एक पत्थरने कांटानी दांडी साथे दोरी वडे लटकावी तोलतां तेनुं वजन ५ $\frac{1}{2}$ पौंड थाय छे, पण तेने पाणीमां डुबावीने तोळीए तो तेनुं वजन ३ $\frac{3}{4}$ पौंड थाय छे तेनुं कारण शुं? तेनुं विशिष्ट गुरुत्व शोधी काडो.

७ जुदा जुदा पदार्थनां वजनो सरखाववानी सामान्य रीत कई छे?

८ थांभलाओ उपर बांधेला होजमां एक भार बरदारी होडी मूकीए तो कांई वधारो रहे खरो? तेनुं कारण आपो.

९ अमुक कदना तेलनुं वजन ९१ ग्रेन छे, अने तेटलाज

कदना पाणीनुं वजन १०० ग्रेन छे, तो तेलनुं विशिष्ट गुरुत्व केटलुं ?

१० विशिष्ट गुरुत्वनु वर्णन अने चित्र आपो. ते वापरवानी रीत लखो.

११ कोई वायु जेमके हाइड्रोजन अथवा ऑक्सिजननुं विशिष्ट गुरुत्व केवी रीते शोधशो.

१२ हीरानुं विशिष्ट गुरुत्व ३$\frac{१}{२}$ छे अने तेनुं वजन (अमुक कदनुं) ३$\frac{१}{२}$ अंश छे, तो तेटला कदना पाणीनुं वजन केटलुं हशे ?

१३ एक घन फूट त्रांबानुं वजन ८९०० अंश होय, अने तेटलाज शुद्ध पाणीनुं वजन १००० अंश होय, तो त्रांबानुं विशिष्ट गुरुत्व केटलुं ?

प्रकरण ९ मुं.

द्रव अने वायुरूप पदार्थोनी प्लवनशीलता.

४६. प्लवनशीलता—४७ हवानी प्लवनशीलता.—४८. वायुओनी प्लवनशीलताना उपयोग—४९. द्रवोनी प्लवनशीलताना उपयोग—५०. दुग्धमापक—५१. द्रवमापक.

४६. **प्लवनशीलता**—द्रवोनी अंदर डुबावेला पदार्थो उपर तेओ जे दबाण करे छे ते विषे विवेचन करती वखते **ऊर्ध्व पीडन** विषे कही गया छिये.

ऊर्ध्व पीडनने घणी वखते द्रवनी प्लवनशीलता पण कहे छे;

कारणके ते पदार्थने तरतो राखे छे, अथवा उपर ऊंचकी राखे छे. एनां केटलांक उदाहरणो आवी गयां छे; जेमके पाछला प्रकरणमां सूचवेला આરકિમીડીઝના પ્રયોગમાં कह्युं छे के कोई वस्तुने द्रवमां डुबावीए तो तेनुं वजन थोडुं कमती थाय छे; कारणके द्रव तेने तारवी अथवा उपर ऊंचकी राखे छे.

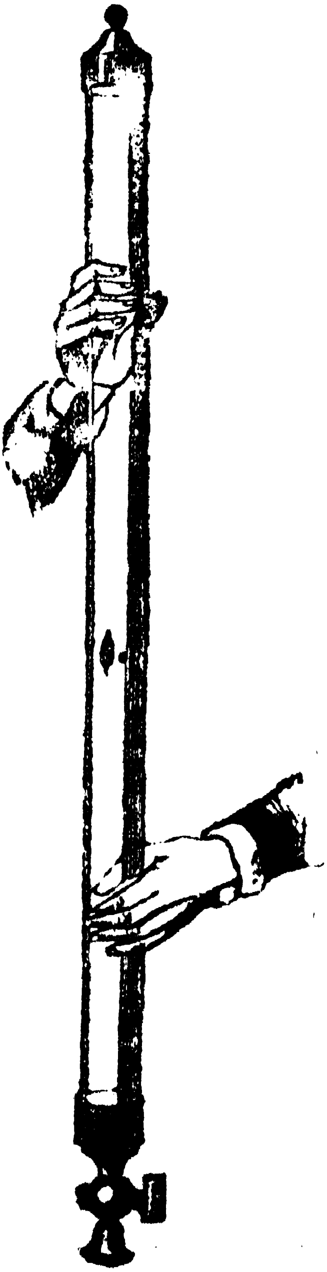
आ प्रकरणमां દ્રવો तेमज વાયુઓમાં पण પ્લવનશીલતા केवी रीते रहेली छे ते दर्शावीशुं.

४७. **हवानी प्लवनशीलता**—कागळनो ककडो अने एक पथराने आपणे ऊंचे हवामां लई जईने मूकी दईए तो पथरो एकदम नीचे पडे छे, अने कागळनो ककडो धीमे धीमे पाछळथी पडे छे तेनुं कारण शुं?

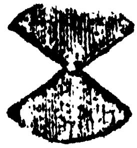
દાખલા, કાગળ, अने પથરાની सांद्रता विषे विचार करतां मालम पडे छे के हवानी **प्लवनशीलताने** लीधे ए बे पदार्थ एकी वखते जमीन उपर आवी पडता नथी ए वात साबीत करवा माटे सर एझाक न्यूटने करेला प्रयोगनुं उदाहरण लईए. तेणे ८६ मी आकृतिमां दर्शावेली ६ फूट लांबी, एक छेडेथी बंध, अने बीजे छेडे दाटावाळी नळीनी अंदर કાગળ, સીસું, अने પીછાંના કકડા मूकीने तेमांथी हवाबंबवडे हवा खाली करी. नळीनो छेडो एकदम उलटावी नाख्यो त्यारे સીસું કાગળ अने પીછાં एकी वखते झडपथी पडतां देखायां, अने पछी तेमां हवा दाखल करीने प्रयोग अजमाव्यो त्यारे उपली त्रण वस्तुओ जुदी जुदी झडपथी पडती देखाई. ते-

કરથી સાબીત થાય છે કે હવાની પ્લવનશીલતાને લીધે

આ. ૮૫.



આ. ૮૬.



આ. ૮૭.



एक वस्तु बीजीना करतां वे'ली नीची पडे छे अने त्रणे वस्तुओ तेमनी सांद्रताना प्रमाणमां नीचे पडे छे; जेमके सी-सानुं विशिष्ट गुरुत्व कागळ करतां वधारे होवाथी ते पे'लुं नीचे पडे छे. वर्गमां आ प्रयोग करवा माटे आकृति (८७) मां दर्शावेला पावली अने पीछांवाळा उपकरण वडे ए बाबत साबीत करवामां आवे छे. एक लांबा काचपात्र **अ** ना बंने छेडा उघाडा होय छे, अने ते हवा चोराय नहीं माटे सरखा घसेला होय छे. तेथी एने हवायंत्रनी तासक उपर गोठवे छे त्यारे तेनो एक छेडो हवाथी सखत थाय छे. तेना उपरना मो'डा उपर पीतळनुं **ब** ढांकणुं होय छे. ए ढांकणामां थईने एक पीतळनो फरी शके तेवो **क** सळियो बेसाडेलो होय छे, अने हवा न चोराय एवी रीते भरण-पेटी **ड** वडे सज्जड करेलो होय छे. पीतळना ढांकणानी नीचली बाजू उपर झट छटकी जाय एवा त्रण ककडा **इ इ इ** जडेला होय छे. ते ८७ मी आकृतिमां दर्शाव्या प्रमाणे **क** सळियो फेरवीने सम राखी शकाय छे, तेमज उभा झूलता पण राखी शकाय छे. प्रयोग नीचे प्रमाणे करवामां आवे छे.

हवायंत्र वडे तकती उपर मीण चों'टाडीने तेना उपर **अ** पात्रने उभुं गोठवे छे, पछी **ई ई ई** छटकियांने आडां राखीने **क** सळियाना नीचेना छेडा उपर जडेलां पांखियां उपर टेकवी राखे छे. त्रण छटकियां उपर पावली, पीछुं, अने रू मूके छे. पछी पीतळनां ढांकणांने बराबर राखीने पेला काच

पात्रमांनी हवा धीमे धीमे हवाबंब वडे खाली करे छे. अने **क** सळियाने फेरवीने त्रणे **ई ई ई** छटकियांने एकी वखते पाडी नांखे छे, एटले पावली, पीछां, अने रूने प्लावित राखवा माटे हवा न होवाथी ए त्रणे एकी वखते हवाबंबनी तासक उपर पडे छे; पण ए प्रयोग हवा खाली कर्या वगर करीए, तो हवानी प्लवनशीलताने लीधे पीछानी गति घणी धीमी थाय छे.

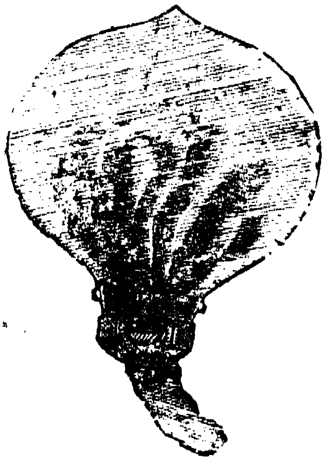
८६ मी आकृतिमां **क** सळियाना छेडा उपरनां पांखियां दर्शाव्यां छे ते **ई ई ई** छटकियांने टेकवी राखे छे, अथवा झूलतां पाडी नाखे छे.

४८. **वायुओनो प्लवनशीलताना उपयोग**—वायुओनी प्लवनशीलतानो मुख्य उपयोग **विमान** उडाडवामां थाय छे.

आ. ८८.



आ. ८९.



पे'ल वे'लुं जोसफ अने स्टीवन मॉंगोल्फियर नामना भाईओए १७८३ मां एक कागळनुं विमान बनाव्युं. ते गोळाकार हतुं, अने तेनी नीचे एक बाकुं राख्युं हतुं तेमांथी गरम हवा अंदर जती हती. तेने नीचेनी रीते भरता.

विमानना उघाडा मो'डा आगळ एक होडकाने अंदर बळतण भरीने लटकावता; तेमांथी गरम हवा ऊंचे जईने विमानमां भराती तेथी बा'रनी हवा करतां विमान हलकुं थतुं. ए विमान ८८ मी आकृतिमां दर्शाव्युं छे. मोंगोलफियर नाम तेना शोधनार उपरथी पड्युं छे.

त्यार पछी विमानोनी अंदर हाइड्रोजन अथवा गॅस भरवामां आवे छे; कारणके तेओ हलका अने ओछा जोखम भरेला छे; केमके उपर कहेला अग्निविमानमां बळतण सळगी उठीने बळी जवानी घणी धास्ती रे'ती.

मि. ग्लेइशर अने मि. कॉक्सवेल्नो अखतरो घणो जाणवा जोग छे. तेओ ९०००० घन फूट गॅसथी भरेला मो'टा विमाननी अंदर २९००० फूट ऊंचे गया हता. एटली ऊंची जगा उपर थंडी एटली बधी हती के मि. ग्लेइशर ठुंठवाई गयो हतो.

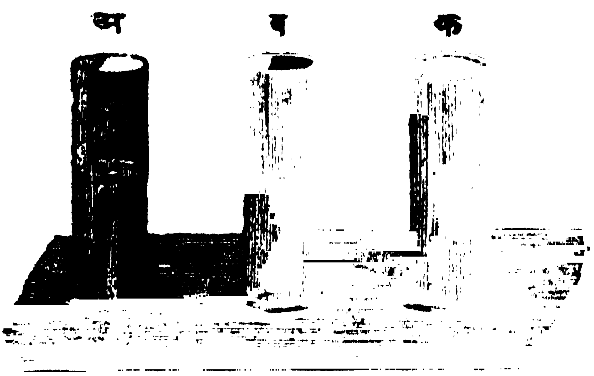
विमान शा कारणथी उपर च'डे छे तेनो खुलासो हजू कर्यो नथी: आसपासनी हवा करतां विमानमां भरेला वायुनी सांद्रता ओछी होवाने लीधे फूलेलुं विमान तेना जेटली सांद्रतावाळा हवाना थरमां पो'चे त्यांसुधी वायु तेने ऊंचुं च'-

ડાવે છે, અને તે ઊંચે ચ'ડવાનું બળ હવાની પ્લવનશીલતા અને ઊંચે જતા વિમાનના વજન વચ્ચેના તફાવતની બરાબર હોય છે.

ધ્યાનમાં રાખવું અગત્યનું છે કે વિમાન વાયુથી બધું ભરવામાં આવતું નથી; કારણકે જેમ જેમ તે હવામાં ઊંચે ચ'ડે છે તેમ તેમ વાતાવરણનું દબાણ ઓછું થાય છે, તેથી તેની અંદરનો વાયુ સ્થિતિસ્થાપક હોવાને લીધે પ્રસરણ પામીને વિમાનને વખતે ફાડી નાખે છે. વિમાનથી ખસેલી હવાનું વજન વિમાનના વજન કરતાં १० પૌંડ વધારે હોય તો વિમાન ચ'ડાવવા ધાર્યું હોય ત્યાંસુધી સારી રીતે ચ'ડી શકે છે.

४९. **દ્રવની પ્લવનશીલતાના ઉપયોગ**—લો'ડું પાણીમાં ડૂબી જાય છે અને બૂચ તરે છે તેનું કારણ શું?

આ. ९०.



પે'લું, લો'ડાની સાંદ્રતા પાણીની સાંદ્રતા કરતાં વધારે છે, અને કોઈ પણ દ્રવની **પ્લવનશીલતા** તેની **સાંદ્રતા** ઉપર આધાર રાખે છે; માટે એવું બને છે કે પાણી લો'ડાને ઊંચકી રાખી શકતું નથી.

બીજું, સરખાં પરિમાણ લઈ સરખાવતાં બૂચ પાણી કરતાં હલકો છે, માટે પાણીની **પ્લવનશીલતા** બૂચને ઊંચકી રાખવા

माटे जोइये तेटली छे.

द्रवनी **प्लवनशीलता** तेनी **सांद्रता** उपर आधार राखे छे एनुं साबीत करवा माटे नीचेनो रमूजी प्रयोग करवामां आवे छे.

एक मेज उपर **अ** अने **ब** बे मीठा पाणीना प्याला छे. **ब** प्यालामां हुं एक ईंडुं मूकुं छुं ते एकदम डूबीने तळिये जाय छे; कारणके पाणीनी **प्लवनशीलता** तेने टेकवी शके एटली पूरती नथी. हवे **अ** प्यालानी अंदर मीठुं नाखीए तो तेनी सांद्रता वधे छे अने तेथी तेनी प्लवनशीलता अथवा ऊंचकी राखवानी शक्ति पण वधे छे; कारणके ईंडाने खारा पाणीमां मूकीए तो डूबतुं नथी, पण उपर तर्या करे छे.

वळी, **अ** अने **ब** प्यालामांनुं पाणी **क** प्यालामां भेगुं करीए तो ते पे'लां करतां जुदीज सांद्रतानो द्रव बनशे, अने ईंडाने जे पडमां मूकीए त्यांने त्यां स्थिर रे'शे; कारणके ते द्रवनी अने ईंडानी सांद्रता एक सरखीज थवानी.

आ नियमनो उपयोग मीठा पाणीवाळी नदीमां वा'णमां माल भरवामां आवे छे त्यारे ध्यानमां आवे छे. वा'ण नदीमां जय्हां सुधी डूबे ते जगा उपर एक लीटी मारे छे. तेने ભાર-नी लीटी कहे छे.

हवे वा'ण ज्यारे दरियामां जाय छे त्यारे ભારનો લીટી पाणीना पृष्ट साथे अडकी रे'ती नथी पण ऊंचे आवी जाय छे, ए उपरथी जणाय छे के दरियाना पाणीनी विशेष सांद्रताने लीधे ते वधारे प्लवनशील होवाथी वा'णने पाणीमांथी

ऊंचे ऊंचके छे.

बीजुं छोकराओ पोताना લખોટા, પત્થરપેનના કકડા, પાવલીઓ, अने वळी લોઢાના કકડા पण पारानी अंदर तरता जोईने खूब आनंद पामे छे.

आ सघळी वस्तुओनां विशिष्टगुरुत्व पाराना विशिष्टगुरुत्व साथे सरखावीए, तो ते बधां तेना करतां ओछां थाय छे; माटे कई धातुओ પારાની अंदर तरे छे अने कई डूबे छे ते जाणवाने तेमनुं विशिष्ट गुरुत्व पाराना विशिष्ट गुरुत्व करतां वधारे छे के ओछुं, एटलुंज जाणवानी मात्र जरूर छे. नीचेनो कोठो जोतां मालम पडे छे के पारानुं विशिष्ट गुरुत्व १३.६ छे.

हवे सघळी धातुओनां विशिष्ट गुरुत्व पारा करतां वधारे अने ओछां एवा क्रममां गोठववाथी एकदम जवाब मालम पडे छे.

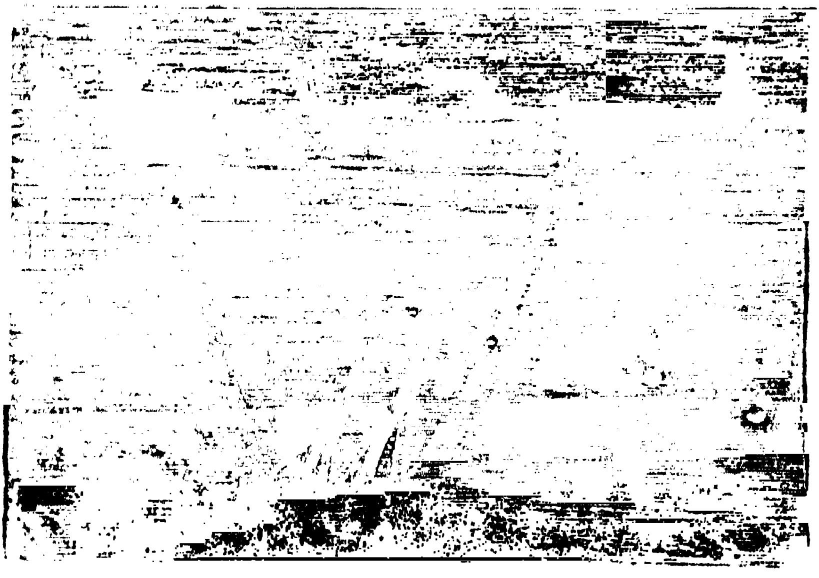
पारा करतां वधारे.		पारा करतां ओछुं.	
प्लॅटिनम	२२	सीसुं	११.४
सोनुं	१९	रूपुं	१०.५
पारो	१३.६	त्रांबुं	९.९
		कांसुं	८.४
		पीतळ	८.४
		लोढुं	७.८
		कलाई	७.४
		जसत	७

ए उपरथी जणाय छे के पारामां **डूबे** एवी धातुओ मात्र

સોનું અને પ્લૅટિનમ એ બેજ છે, અને બીજી સઘળી ધાતુઓ— સીસું, રૂપું, ત્રાંબું, કાંસું, પીતળ, લોઢું, જસત, અને કલાઈ, તેમનાં પૃષ્ઠ ઉપર તરે છે.

વળી નદી અગર દરિયામાં ડૂબી ગયલાં વા'ણોને ઉપર ઊંચકી કા'ડવા માટે તેમની નીચે (આકૃતિ ૯૧ માં દર્શાવ્યા

આ. ૯૧.



પ્રમાણે) સાંકળો ઘાલીને તેમને અ અને બ ઉદ્ધારક સાથે બાંધે છે, પછી પેલા ઉદ્ધારકમાંનું પાણી બંબા વડે કા'ડી નાખે છે, ત્યારે તેઓ પાણીની પ્લવનશીલતાને લીધે સ્વાભાવિક રીતે ઊંચકવાનું વલણ કરે છે, અને તેની સાથે વા'ણને પણ તળિયેથી ઉપર ઊંચકી કા'ડે છે.

ઉદ્ધારક અને તેમની નીચે લટકતો બીજો બોજો (ડૂબેલું વા'ણ) જે જગાએ કા'ડવાં હોય તે જગાએ ના'નાં વા'ણોની

पाछळ वळगाडीने खेंची लई जाय छे. एवो फतेहमंद प्रयोग थोडाक वखत उपर लिवरपूल शे'रमां करवामां आव्यो हतो. लॉकुस्ली हॉल नामनुं अनाजथी भरेलुं वा'ण मर्सी नदीमां डूबी गयुं हतुं तेने टॉचर फेरी नामनी जगाए सहीसलामत लई जईने बा'र का'डयुं हतुं.

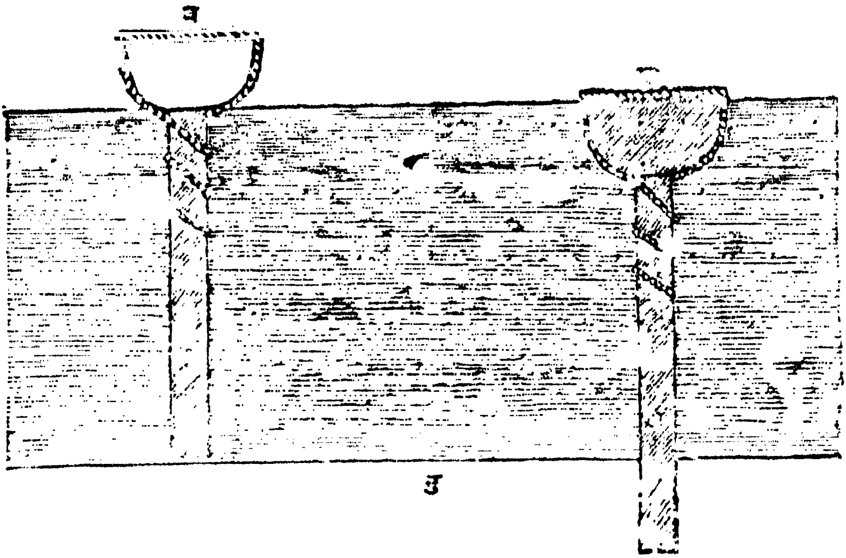
ए काममां चार जूनां उद्धारको दरेक ५०० टन बोजो ऊंचकी शके एवां वापर्यां हतां. जाडां मजबूत दोरडां वा'णनी नीचे आडां राखीने तेने गोफणमां गोळो रहे तेवी रीते कोटियां साथे ओट वखते बांध्युं हतुं; पछी भरती आवी त्यारे डूबेलुं वा'ण गोफणमां ऊंचकायुं अने बे ना'नां वा'णोनी पाछळ बांधीने त्रण कलाकमां टॉमरना अखातमां खेंची आण्युं.

एज प्रयोग बीजे दा'डे कर्यो ते वखते वा'णने तेनी खामी शोधवा माटे सगवड भरेली जगाए नदीमां ऊंचे खेंची आण्युं. एवी गणतरी करी छे के २४०० टन करतां वधारे बोजो तेमां भरेलो हतो.

बीजुं, नदीओनी अंदर पूल बांधतां वखते लाकडाना ककडा पाणीने तळियेथी एकेक उपर खडकीने प्रथम काचो पूल बनावे छे. पाको पूल तैयार थया पछी काचो पूल का'डी नाखवा माटे भरती उतरी गई होय त्यारे तेने पाणीना पृष्टनी बराबर राखीने कोरी का'डे छे; पछी दरेक ढगलानी उपर एक उद्धारक तरतुं राखीने तेमां पाणी भरे छे. होडकांने सांकळो वडे (आकृति ९२) पेला ढगला साथे साकळीने

पछी तेमांनुं पाणी बंबा वडे काढी नाखे छे. पाणीनी प्लवन-शीलता अने चडती भरतीना जोरथी उद्धारको उपर ऊंच-

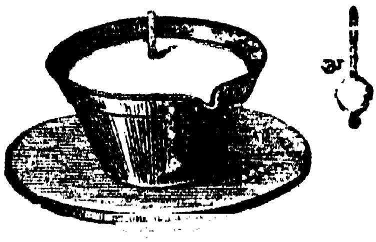
आ. ९२



काई आववानुं जोर करे छे तेथी लाकडांनो चाको नदीना तळिया उपरथी एकदम उपडी आवे छे.

९०. **दुग्धमापक**—द्रवनी **प्लवनशीलतानो** बीजो मुख्य उपयोग दूधनी सांद्रता मापवामां थाय छे. ए काम माटे जे यंत्र वपराय छे ते दुग्धमापक केवाय छे. तेनी रचना नीचे प्रमाणे:—

आ. ९३



एक नानी काचनी नळी अ (आकृति ९३) ने एक छेडे पारा अथवा गोळीनुं वजन होय छे, अने तेने **प्लवनशील** करवा माटे तेना बेऊ छेडानी वचमां एक कंद राखेलो होय छे. ए नीचेना नि-

यमने आधारे बनावेलुं होय छे: कोई पण द्रवनी सांद्रता वधारे तेम तेनी कोई पण वस्तुने तारवानी शक्ति पण वधारे होय छे. ए यंत्रने प्रथम चोखा दूधना वासणमां तरतुं राखीने ते ज्यांसुधी डूबे ते जगाए निशानी करे छे तेने (०) शून्य बिंदु कहे छे.

पछी नव भाग दूध अने एक भाग पाणी, आठ भाग दूध अने बे भाग पाणी, सात भाग दूध अने त्रण भाग पाणी, ए प्रमाणे दूध अने पाणीनां मिश्रणो बनावीने ते दरेकमां तरतुं राखीने तेमां जेटलुं जेटलुं डूबे ते जगाए निशानीओ करे छे अने ए प्रमाणे यंत्र तैयार थाय छे. पछी दूधमां पाणी केटलुं मिश्रित छे ते ए यंत्र मिश्रणमां जेटलुं डूबे ते जोईने शोधी शकाय छे.

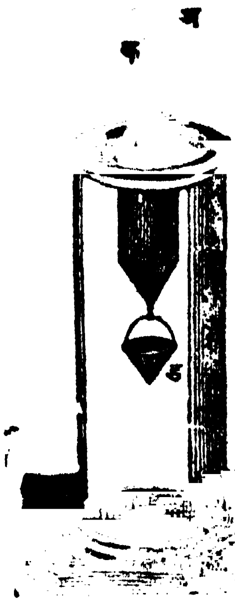
दरियाना पाणीनी सांद्रता मापवा माटे एक यंत्र वपराय छे ते पण ए नियमने आधारे बने छे, पण भागी जवानो घणो संभव होवाथी तेने जसत अथवा पीतळनां पतरांनुं बनावे छे. तेने क्षारमापक कहे छे; कारणके पाणीमां केटलो क्षार छे ते ए यंत्र वडे मापी शकाय छे.

९१. **छेलुं द्रवमापक**–द्रव अने घन पदार्थनुं विशिष्ट गुरुत्व शोधवा माटे अमुक परिमाणना द्रव अथवा घन पदार्थनुं वजन शोधवामां ए बहु उपयोगी छे; केमके ते उपरथीज तेटला परिमाणना पाणीना वजन साथे ते पदार्थनुं वजन सरखावी शकाय छे.

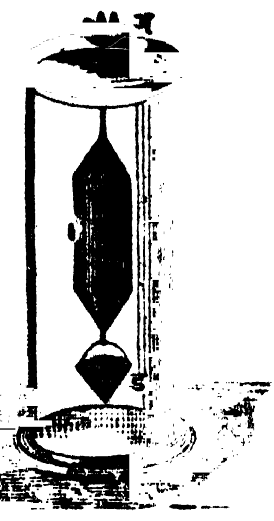
निकल्सननुं द्रवमापक ए काममां बहु उपयोगी छे. ९४ मी आकृतिमां दर्शाव्या प्रमाणे ए यंत्रमां धातुनुं एक पोकळ भुंगळुं होय छे तेने एक छेडे सीसाना वजनवाळो शंकु टांगेलो होय छे, ने भूंगळाने मथाळे धातुनी पातळी दांडी **क** झाळीने बेसाडेली होय छे तेना उपर ऊंचे **अ** पल्लुं होय छे. दांडी उपर **क** निशानी छे त्यांसुधी ए यंत्र दर वखते डुबाववाथी जे द्रव ए यंत्रमां डुबावीए ते द्रवनुं एक सरखुं परिमाण खशी जाय छे.

हवे कोई पण वस्तु तरवा माटे एवो नियम छे के तेनुं वजन तेनाथी खसेला द्रवना वजननी बराबर होवुं जोइये. एटलुं जाण्या पछी द्रवमापकने जे जे द्रवमां डुबावीए ते द्रवना खसेला कदनुं वजन जाणी शकाय छे, अने पछी ते वजनो सरखाववाथी द्रवमांना एकनुं बीजाना प्रमाणमां विशिष्ट गुरुत्व शोधी कढाय छे.

आ. ९४.



आ. ९५



उदाहरण तरीके आपणे दूधनुं विशिष्ट गुरुत्व शोधवुं छे. विशिष्ट गुरुत्व

शोधवान। उपकरणने प्रथम पाणीमां मूकीए त्यारे तेनो केट लोक भाग पाणीना पृष्ठथी बा'र रहे छे (आ. ९४).' माटे पे'ल वे'लां तो ते यंत्रने क बिन्दु सुधी डुबाववा माटे अ पल्लामां केटलुं वजन जोइये ते नक्की करवुं (आ. ९५) धारो के ते वजन १०० ग्रेन छे.

पछी ते यंत्रने दूधमां तेज बिन्दु सुधी डुबाववा माटे अ पल्लामां केटलुं वजन जोइये ते एज प्रयोग वडे नक्की करवुं. धारो के ते वजन १२१ ग्रेन छे त्यारे यंत्रनुं वजन ६०० ग्रेन होय तो पे'ली वखते खसी गयला पाणीनुं वजन ७०० ग्रेन, अने बीजी वखत खसी गयला दूधनुं वजन ७२१ ग्रेन थाय छे.

सरखाववाथी एटले बीजा परिणामने पे'ला वडे भागवाथी $\frac{७२१}{७००}$=१·०३ दूधनुं विशिष्ट गुरुत्व निकळे छे.

दाखलो—एक निकलसनना द्रवमापकनुं वजन ६ अंश छे, अने तेने बे जुदा जुदा द्रवमां एकज बिन्दु सुधी डुबाववा माटे अ पल्लामां अनुक्रमे १ अने १$\frac{१}{२}$ अंसनां वजन मूकवां पडे छे, ते बे द्रवनां विशिष्ट गुरुत्व सरखावो.

पे'ली वखते विस्थान थयला द्रवनुं वजन	६+१=७ अंश.
बीजी वखत विस्थान थयला द्रवनुं वजन	६+१$\frac{१}{२}$=७$\frac{१}{२}$ अंश.

७ अंश अने ७$\frac{१}{२}$ अंशने सरखावतां १४ अने १५ ना प्रमाणमां बंने विशिष्ट गुरुत्व आवे छे.

प्रकरण नवमाना प्रश्नो.

१ हवानी अंदर कागळना कडका धीमे धीमे पडे छे अने पथरो झडपथी पडे छे तेनुं कारण शुं ?

२ विमान ऊंचे शा माटे च'डे छे ?

३ पाणीमां लो'डुं डूबी जाय छे अने लाकडुं तरे छे तेनुं कारण शुं ?

४ गॅस हवा करतां हलको छे एवुं शी रीते दर्शावशो ? तेना हलकापणानो शो उपयोग थाय छे ?

५ एक विमान पूरुं भरीने उडाव्युं छे ते घणे ऊंचे जशे त्यारे वखते फाटी जशे तेनुं कारण शुं ?

६ पदार्थ शा कारणथी तरे छे? હવા, પાણી, અને પારામાં तरी शके एवा केटलाक पदार्थनां नाम आपो.

७ दुग्धमापक शुं छे ? एज उपकरणने ખારું પાણી तपासवा माटे वपराती वखते तेने शुं नाम आपशो ?

८ ऊंडा पाणमां खडकेली लाकडांनी चाकीओ उखेडी का'डवा माटे कई रीतनो उपयोग करवामां आवे छे?

९ एक वा'णने नदीमां राखीने तेमां बोजो भर्या पछी दरियामां लई जईए तो तेनी भारनी लीटी पाणीथी ऊंची रहे छे तेनुं कारण समजावो.

१० निकल्सनना द्रवमापक यंत्रनुं चित्र सहित वर्णन करो; तेना वडे बे द्रवनां विशिष्ट गुरुत्व केवी रीते सरखावशो ?

११ प्लवनशील तानो अर्थ समजावो. एकज घन पदार्थने

तारी राखवा माटे पाणी अने पारामांथी कया द्रवमां यथार्थ प्लवनशीलता छे ते कारण साथे दर्शावो.

१२ हवा पडता पदार्थने तेनामांथी तरवी राखे छे एवुं दर्शाववाने न्यूटनने प्रयोग वर्णवो.

१३ पावली अने पीछांना प्रयोग विषे तमे शुं जाणो छो? ते उपरथी तमने शुं ज्ञान मळे छे ?

१४ पे'ल बे'लां बनेला विमान विषे तमे शुं जाणो छो ? ते शाथी ऊंचुं उडतुं हतुं ?

१५ डूबेलां वा'णने ऊंचकी का'डवा माटे कयां साधनो वपराय छे ?

१६ एक निकल्सनना द्रवमापक यंत्रनुं वजन ६०० ग्रेन छे, अने बे जुदा जुदा द्रवमां तेने अमुक बिंदु सुधी डुबाववा माटे मथाळेना पल्लामां अनुक्रमे २ अने ४ अंश वजनो मूकवां पडे छे; ते बे द्रवनां विशिष्ट गुरुत्व शोधी का'डो ?

१७ एक निकल्सनना द्रवमापक यंत्रनुं वजन ६०० ग्रेन छे; तेने दूध अने पाणीमां एकज बिंदु सुधी डुबाववा माटे अनुक्रमे १२१ अने १०० ग्रेन वजन जोइये छे; तो दूधनुं विशिष्ट गुरुत्व केटलुं हशे ?

प्रकरण १०.

द्रव पदार्थ उपर उष्मा अने शीत वडे थतो असरो.

९२. उष्माथी द्रव प्रसरे छे-९३. उष्म मापक—९४.

पाणीनी महत्तम सांद्रता—९९. उष्मानी असर वडे द्रवनुं वायु अने बाष्परूपमां बदलावुं—९६. बाष्पीभवनथी उत्पन्न थतुं शीत—९७. उष्मानी असरथी थाडा द्रव चंचळ थाय छे.

९२. **उष्माथी द्रव प्रसरण पामे छे.**—एनो अर्थ शो?

टूंकामां कहीए तो **द्रव** शीतळ होय त्यारे जेटलो अवकाश रोके तेना करतां **वधारे अवकाश** तेओ उष्ण थाय त्यारे रोके छे.

मात्र एक से'ला प्रयोग उपरथी आ वात वांचनारना ध्यानमां आवशे.

लगभग माथा सुधी पाणीथी भरेली तपेली चूला उपर मूकीए, तो तेमांना पाणीनी उष्मा उत्कलन—बिंदुए पो'चे ते पे'लां तपेलीनी कोर उपरथी ऊभराई जई चूलामां पडे छे.

आ ९६



आ प्रयोग वर्गमां करी देखाडवा माटे, (आ. ९६) एक चंबूना मो'डामां बूच मारवो, अने ते बूचमां काणुं पाडीने एक पातळी नळी बेसाडवी.

चंबू आखो अने नळीनो थोडो भाग रंगवाळा पाणीथी अ बिंदु सुधी भरवो, अने चंबूने उकळता पाणीना

वासणमां मूकवो; अने पछी जे फेरफार थाय ते तपासवो.

पे'लां तो, पाणीनी सपाटी नळीमां ब बिंदु सुधी नीची उतरे छे.

ए प्रमाणे थवानुं कारण ए छे के उष्माथी चंबू **प्रसरण** पामीने मो'टो थाय छे, तेथी पाणी वधारे जगामां फेलाई जाय छे.

मात्र थोडा वखत पछी पाणीनी सपाटी पाछी धीमे धीमे ऊंचे च'डती मालम पडे छे, अने छेवटे पाणी क नळीने मथाळे जईने उभराई जाय छे.

आ उपरथी मालम पडे छे के, चंबूमांना पाणी उपर उष्मानी एटली तो असर थाय छे, के तेने माटे राखेली खाली जगा पूरी पडती नथी; अने चंबू भागे नहीं त्यांसुधी पाणी बाजूमां अथवा नीचे प्रसरण पामी शकतुं नथी, माटे ते उपर प्रसरण पामे छे, अने नळीने मथाळे थईने बा'र वही जाय छे.

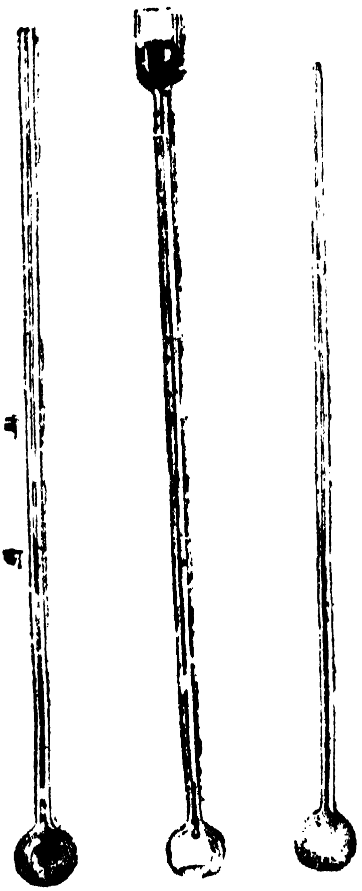
बीजुं हवे द्रवने ठंडो करवाथी शी असर थाय छे ते तपासीए.

चंबूने ठंडी जगामां मूकीए तो, पाणीनी सपाटी धीमे धीमे नळीमां नीचे उतरती जाय छे; तेम छतां पाणी बहुज धीमे नीचुं उतरतुं मालम पडे छे; कारणके ए वखत बे कारणोनी सामटी असर थाय छे, ते एक तो काचनुं **आकुंचन** अथवा संकोचन, अने बीजुं तेनी अंदरना पाणीनुं **आकुंचन**. काचनुं संकोचन पाणीने नळीमां पाछुं उपर च'डावानुं वलण करे छे, अने पाणीनुं संकोचन तेने नीचे उतारवानुं वलण करे छे.

त्यारे प्रयोग उपरथी समजाय छे के **उष्माथी द्रव प्रसरण पामे छे**, अने उष्माना अभावसूचक शब्द **शीतथी संकोचाय छे.**

९३. **उष्ममापक**—उपरनो प्रयोग जो के बहु सादो मालम पडे छे, तोपण तेमां दर्शावेलां बंने संकोचननी असरो लक्षमां राखी उष्ममापकोनी रचना करवामां आवे छे.

आ. ९७. आ. ९८. आ. ९९.



उष्ममापक शब्द उष्मा एटले गरमी, अने मा एटले मापवुं; ए बे संस्कृत शब्दो उपरथी सिद्ध थयलो छे; अने ते **उष्ममान** अथवा **गरमी** मापनारा कोई पण उपकरणने माटे वपराय छे.

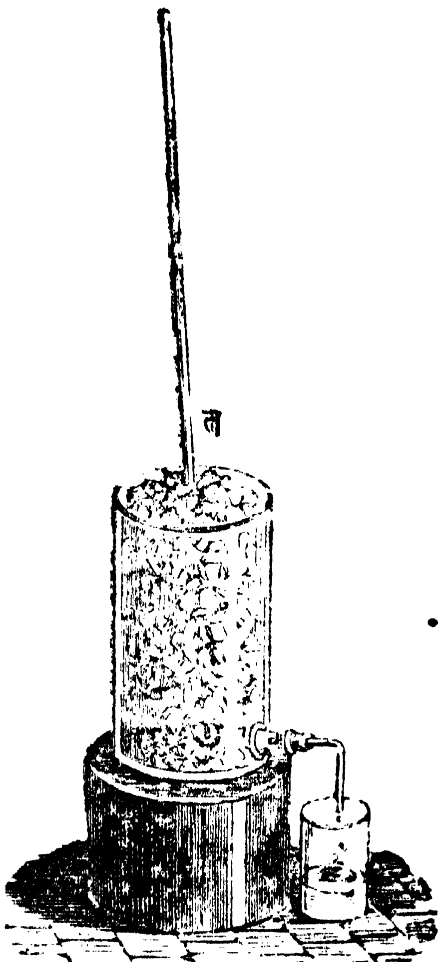
सौथी सादा उष्ममापकमां एक बारीक वे'वाळी लांबी काचनी नळीने एक छेडे गोळ कंद होय छे. (आ. ९७).

कंद अने नळीना केटलाक भागमां मद्यसार अथवा पारो भरीने तेनुं मो'डुं बंध कर्या पछी (आ. ९९) ते वापरवा माटे तैयार थाय छे.

એનો શોધ કરનાર કોણ તે નક્કી જણાયલું નથી, તોપણ ગૅલીલિઓ, ડ્રીબેલ, અને રૉબર્ટ ફ્લડને એના શોધ માટે માન આપવામાં આવે છે.

ઉષ્ણમાપકમાં ભરવા માટે પારો સૌથી ઉત્તમ છે, એવું ઠરાવી ઇ. સ. १६८० માં એડવર્ડ હૉલે તે વાપરવા માંડ્યો, એટલું આપણે જાણીએ છીએ.

આ. १००



ઉષ્ણમાપક ઉપર પાડેલા ભાગ, અને માંડેલા આંકડા શું દર્શાવે છે તે દરેક વિદ્યાર્થીને જાણવાની ઘણીજ જરૂર છે; માટે ઉષ્ણમાપકને શા આધારે **અંકિત** કરવામાં આવે છે તે નીચે દર્શાવ્યું છે.

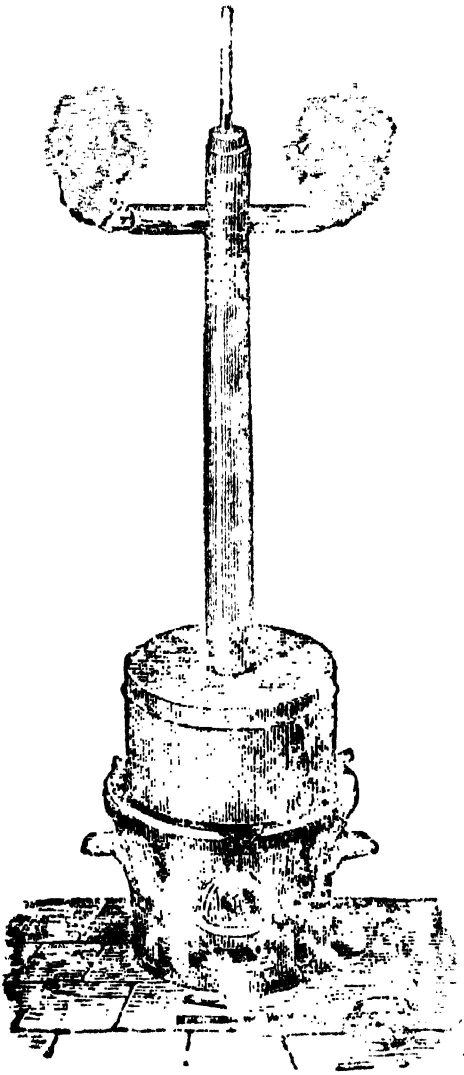
પે'લું—એવું સિદ્ધ થયલું છે કે બરફ હમેશાં એક ચોકસ ઉષ્ણમાને પીગળે છે, અને વિષ્યંદિત જળ ઉપર ચોકસ દબાણ હોય ત્યારે હમેશાં અમુક ઉષ્ણમાને ઉકળે છે.

આ સ્વાભાવિક નિયમ છે; માટે ઉષ્ણમાપકનું **શ્યાનીભવનબિંદુ** અથવા **શૂન્ય** નક્કી

ठरववा माटे तेने पीगळता बरफनो भूको भरेला वासणमां मूके छे.

वळी (आ. १००) शून्य नक्की करवा माटे बरफ भरवानुं वासण पण चित्रमां दर्शाव्युं छे; तेने तळिये एक नानी नळी छे, तेमां थईने बरफ पीगळवाथी थतुं पाणी बा'र निकळी जाय छे. कंद अने नळीना केटलाएक भागनी आसपास बरफनो भूको भरे छे, एटले पारो थोडा वखत पछी नळीनी अंदर अमुक बिंदु सुधी नीचे उतरे छे, अने त्यां अटकी रहे छे. ए बिंदु ट वडे दर्शाव्युं छे, अने हवे पछी तेने **ठ्यानीभवनबिंदु** अथवा **शून्य** के'वामां आवशे.

आ. १०१



बीजुं—विष्यंदित जळनुं **उत्कलनबिंदु** बीजा उपकरण वडे (आ. १०१) नक्की करवामां आवे छे.

एक लो'डाना वासणनी अंदर विष्यंदित जळ भरवामां आवे छे; ते वासणना ढांकणामां एक लांबी नळी बेसाडेली होय छे, ते नळीमां

उष्ममापक मूकीने तेने बूच वडे गोठवी राखे छे.

हवे वासणमांनुं पाणी गरम थईने उकळे छे, त्यारे तेमांथी निकळती वराळ कंदनी आसपास थईने नळीनी बाजू उपरना अने काणामांथी बा'र निकळी जाय छे.

वराळनुं उष्ममान जे पाणीमांथी ते तैयार थई होय तेना उष्ममान जेटलुंज होय छे; माटे उष्ममापकनी अंदरनी पारानी ऊंचाई उपरथी **उत्कलनबिंदु** मळी आवे छे.

आटलुं करवाथी नळी उपर **बे बिंदुओ** नक्की थाय छे; एक तेने पीगळता बरफमां राखीए त्यारे पारो जे बिंदुए रहे छे ते, अने बीजुं तेने उकळता पाणीनी गरमी लगाडीए त्यारे जे बिंदुए रहे छे ते.

त्यार पछी ए बे बिंदुओनी बच्चमांना अंतरना केटलाक सरखा भाग करे छे, अने ते भागोने अंश कहे छे.

उष्ममापकना अंश घणुं करीने त्रण जुदी जुदी जातना होय छे.

पे'ली—**फाह्रेनाइटनी** रीत इंग्लॅन्डमां घणी प्रसिद्ध छे.

तेणे **श्यानीभवनबिंदु** ३२° (अंश) राखीने **उत्कलनबिंदु** २१२° (अंश) राख्युं छे; अने **श्यानीभवनबिंदु** अने **उत्कलनबिंदु** बन्नेना अंतरना १८० भाग कर्या छे.

बीजी—**शतांशिक** अथवा सेलसिअसनी रीत, फ्रान्स अने आखा युरोपमां जाणीती छे.

तेनुं **श्यानीभवनबिंदु** ०°, अने **उत्कलनबिंदु** १०० छे. **फाह्रेनाइटनी** श्रेणीमां जेम १८० सरखा भाग छे, तेम

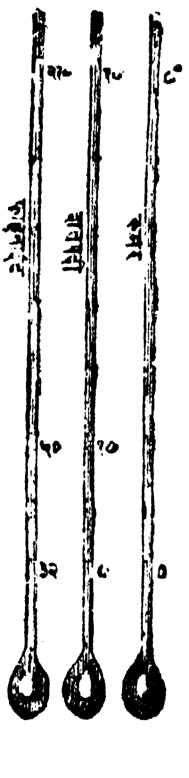
आ श्रेणीमां तेटलाज अंतरना १०० सरखा भाग छे.

त्यारे, हवे **शतांशिक** अने **फाह्रेनाइट** श्रेणी वच्चेनो संबंध आ प्रमाणे छेः—**शतांशिक** १०० अंश **फाह्रेनाइटना** १८० अंशनी बराबर छे, अथवा ५ अंश **शतांशिकना** ९ अंश **फाह्रेनाइटनी** बराबर छे.

त्रीजी—**रूमरनी** श्रेणी छे, ते मुख्यत्वे करीने रुशियामां वपराय छे.

शतांशिक अने आ श्रेणीमां तफावत छे ते एटलोज के एनुं उत्कलनबिंदु ८० अंश छे; मतलब के, **रूमरना** ८० अंश ते १०० अंश **शतांशिकना**, अथवा १८० अंश **फाह्रेनाइटनी** बराबर छे.

आकृति १०२.



आ त्रणे श्रेणीओ वच्चेनो संबंध एकी वखते ध्यानमां आववा माटे ते आ प्रमाणे लखाय छे.

फा १८०°=**श** १००°=**रू** ८०°.

अथवा **फा** ९°=**श** ५°=**रू** ४°.

आकृति १०२ मां त्रणे श्रेणीओ पासपासे दर्शावी छे, ते उपरथी मालम पडे छे के एक सरखा अंतरना अनुक्रमे १८०, १००, अने ८० सरखा भाग करेला छे.

उष्ममापकनो विषय पूरो करवा अगाऊ एक बीजी बाबत जाणवानी जरूर छे, ते ए के उष्ममापकनी अंदर भरवा माटे

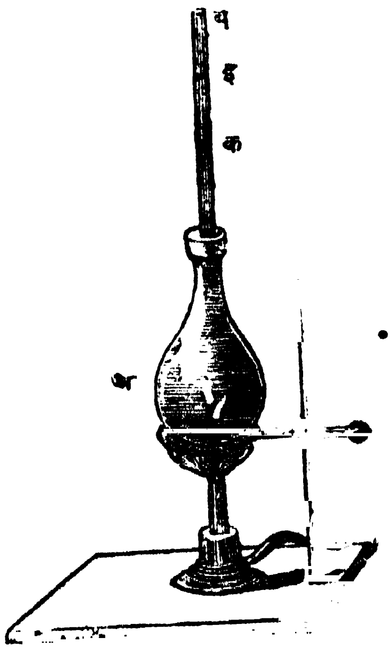
पाराने बदले मद्यसार शा माटे वापरवामां आवे छे ?

पाराने स्थानीभवनबिंदु करतां **श** ४०° ओछुं उष्ममान लागे त्यारे ते सीसाना जेवो घनरूप थई जाय छे, अने मद्यसार गमे तेटली थंडीथी पण घनरूप थतो नथी; माटे छेक ओछां उष्ममान तपासवा माटे ते वापरवामां आवे छे.

९४. **पाणीनी महत्तम सांद्रता**—द्रव उष्मा वडे **प्रसरण** पामे छे, अने शीत वडे तेनुं आकुंचन थाय छे, ते दर्शाववाना प्रयोग चालता प्रकरणनी शरूआतमां वर्णव्या छे.

एम छतां, पाणीनुं उष्ममान **फा** ९०° थी **फा** ३२°, अथवा **श** १०° थी **श** ०° सुधी ओछुं थाय त्यारे उपरना नियमनो एक नवाई जेवो अपवाद मालम पडे छे.

आ. १०३



आकृति १०३ मां दर्शावेला चंबूमां लाल रंगवाळुं पाणी भरीने, ते **ब** नळीने मथाळेथी उभराई जाय त्यांसुधी तेने गरमी लगाडवी.

पछी तेने बरफना भुकावाळा मिश्रगमां मूकीने थंडो करवो.

फा ३९·२° अथवा **श** ४° सुधी नळीनी अंदर पाणीनी सपाटी नीची उतरती मालम पडे छे, अने ते चंबूमांना पाणीनुं आकुंचन थतुं दर्शावे छे.

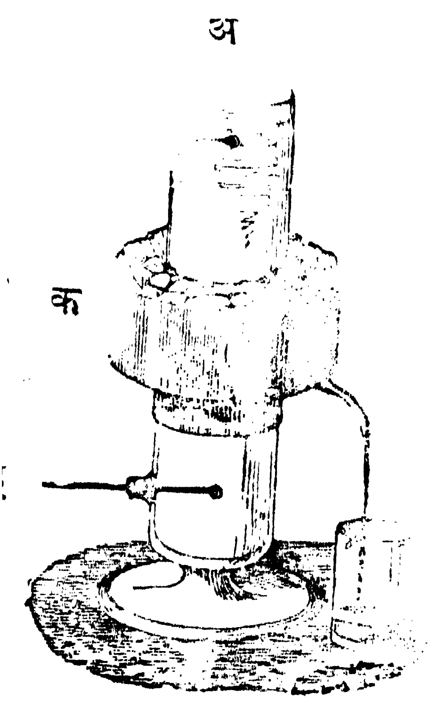
धारो के उष्णमान पाणीनी सपाटी **क** आगळ रहे छे; पाणी ए बिंदु (**फा** ३९.२° अथवा **श** ४°) करतां वधारे थंडुं थाय एटले ते नळीनी अंदर ऊंचे **इ** सुधी चडतुं मालम पडे छे.

आ उपरथी शुं मालम पडे छे?

बेशक पाणी अमुक बिंदु (**फा** ३९.२° अथवा **श** ४°) सुधी थंडुं पडती वखते तेनुं **आकुंचन** थाय छे, अने त्यारपछी ते **प्रसरण** पामे छे.

मात्र एटलुंज नहीं पण ए उष्णमाने पाणीनी महत्तम सांद्रता होय छे, एटले सरखा परिमाणना पाणीनुं वधारेमां वधारे वजन होय छे एवुं एक घणी कुशल योजना वडे मि. होपे साबीत कर्युं छे.

आ. १०४



आ प्रयोग करवा माटे तेणे काचनुं **अ ब** वासण (आ. १०४) लीधुं, अने तेनी बाजूमां काणां पाडीने तेमां **ड** अने **ई** उष्णमापको बेसाड्यां.

ते वासणनी अंदर पाणी भर्युं, अने तेनी आसपासना **क** उपकरणमां बरफनो भूको भर्यो.

हवे पेला वासणना मध्य भागमां रहेलुं पाणी थंडुं थाय छे त्यारे तेनी सांद्रता वधे छे, अने स्वाभाविक रीतेज ते वासणने तळिये जाय छे.

वासणनी नीचेना भागमां रहेलुं पाणी इ उष्ममापक वडे श ४° अथवा फा ३९·२° उष्ममाने आवेलुं मालम पडे त्यांसुधी आ प्रमाणे थया करे छे. पण ते दरमियान नवाई जेवुं ए छे के मथाळेनुं उष्ममापक श ०° अथवा फा ३२° उष्ममान दर्शावे छे.

हवे, आ प्रयोग उलटी रीते अजमाववो, एटले वासणने श १०° अथवा फा ५०° उष्ममानवाळा ओरडामां लई जवुं; दरमियान, तेमांनुं पाणी श्यानीभवनबिंदुए छे, ते गरम थतुं जाय छे तेम तेम वासणने तळिये जतुं मालम पडे छे; अने नीचेनुं इ उष्ममापक श ४° अथवा फा ३९·२° सुधी आवे छे त्यारे ह उष्ममापक श ०° अथवा फा ३२° उष्ममान दर्शावे छे.

आ उपरथी शुं साबीत थाय छे ?

मात्र एटलुंज के पाणी श्यानीभवनबिंदुए होय ते करतां श ४° ए होय त्यारे वधारे भारे थाय छे.

आ चमत्कार बहु अगत्यनो छे ए हवे पछी दर्शाववामां आवशे.

पेलुं—बरफ जे पाणीमांथी बंधाय छे तेनाज पृष्ठ उपर ते शा कारणथी तरे छे ?

आ प्रश्ननो जवाब ए छे के पृष्ठ उपरनुं पाणी नीचेना पाणी करतां वधारे थंडुं छतां हलकुं होय छे, माटे ते पृष्ठ उपरज रहे छे अने परिणामे ठरीने बंधाई जाय छे.

आ प्रमाणे, बरफ वडे माछलानुं रक्षण थाय छे, कारणके तेनी नीचेनुं पाणी भाग्येज श ४ ° करतां थंडुं थाय छे, अने ते उष्णमाने जींदगीने हानी पो'चती नथी.

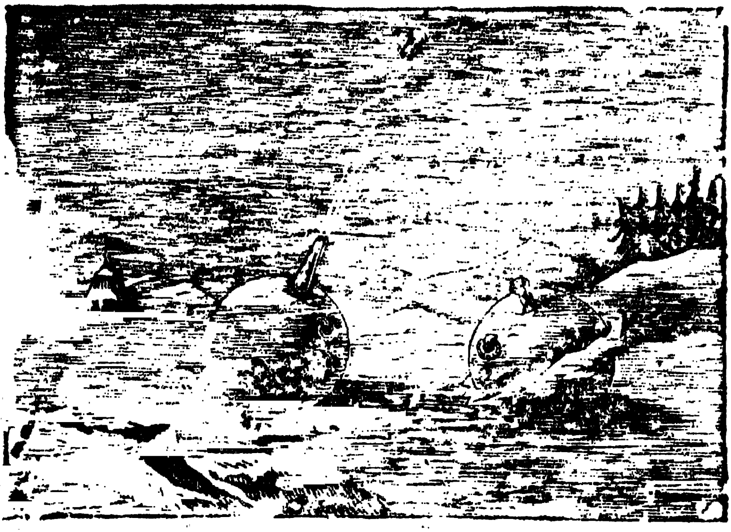
बीजुं—शियाळानी ऋतुमां पाणीना नळो फाटवानुं कारण शुं?

आ प्रश्ननो जवाब, मेजर विलिअम्सने केनेडामां मळेलो अनुभव वर्णववाथी बराबर ध्यानमां आवशे.

तेणे १३ इंच व्यासना लो'डाना गोळामां पाणी भरीने, तेनुं मो'डुं लो'डानाज दाटा वडे सज्जड बंध करी, अने तेने धुम्मसमां नाखी मूक्यो.

थोडा वखत पछी दाटो मो'टा धडाका साथे १०० वार करतां पण आवो जई पडयो, अने गोळाना मो'डामांथी आठ नव इंच लांबी बरफनी लाकडी निकळी आवी.

आ. १०९



एवाज प्रकारना बीजा प्रयोगमां प्रसरणबळ वडे दाटो नि-

कळी शक्यो नहीं, त्यारे गोळो पोतेज फाटी गयो, अने १०९ मी आकृतिनी जमणी बाजूए दर्शाव्या प्रमाणे तेनी फाटमांथी बरफनुं कंकण (कडी) बा'र निकळी आव्युं.

त्यारे, हवे, आपणने मालम पडे छे के पाणी तेनी महत्तम सांद्रता (श ४°) थी श ०° सुधी थंडुं थतां **आकुंचन** पामतुं नथी, पण **प्रसरण पामे छे.**

तेवीज रीते पाणी घन रूपमां आवती वखते **पण वधारे प्रसरण पामे छे.**

हवे, धारो के कोई नळनी अंदर पाणी भरीने तेनुं मो'ढुं बंध करेलुं छे, अने पछी पाणीनुं उष्णमान एटलुं ओछुं थई जाय के ते पोताना मूळ परिमाण करतां मो'टा परिमाणनुं घन रूप धारण करे, तो ते फाटी जाय तेमां शी नवाई?

आ बाबतने लागू पडे एवो एक रमुजी प्रयोग रेवरन्ड फ्रेडरिक गार्डिनरे वर्णव्यो छे, अने अमेरिकन शास्त्रविषयक (अमेरिकन जरनल ऑफ सायन्स) पत्रमां आप्यो छे.

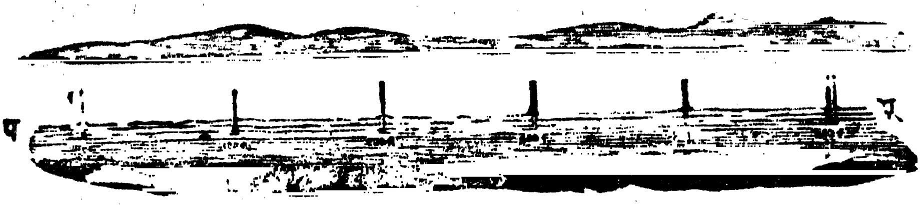
गार्डिनर रे'तो ते शे'र नजीक आवेली कॅनेबी नदी लगभग ७०० फूट पो'ळी छे; त्यांथी नदीना मुखभणी घणा मैल सुधी पाणी बहु स्वच्छ रहे छे; भरती सरासरी पांच फूट सुधी च'ड उतर थाय छे, अने तेनां स्वरूप तथा जुदां जुदां स्थळोना प्रमाणमां पाणीनी उंडाई १७ थी २९ फूट सुधी होय छे.

शियाळानी ऋतुमां बरफ हमेशां किनारा नजीक एकठो थया करे छे, अने खाडीनी किनारी नजीक तथा सपाट जगाओ

उपर टेकरीओ थाय छे.

मि. गार्डिनरे ६ ठी फेब्रुआरीने दिवसे पोतानो प्रयोग आरंभ्यो त्यारे आ क्रिया सारी पेठे चाली हती.

आ. १०६



आकृति १०६ मां दर्शाव्या प्रमाणे, खीलानी हार बरफनी अंदर पाणी सुधी ठोकीने चोडावी; ते खीला एक बीजाथी १०० फूट अंतरे राख्या हता, अने किनारानी बहु नजीक दाटेला न हता. पूर्वना अने पश्चिमना खीला वच्चेनुं अंतर ९०० फूट हतुं. मार्च महिनानी १८ मी तारीखे तपास करतां मालम पड्युं के पूर्व तरफनो खीलो १२३ इंच अने पश्चिम तरफनो १२ $\frac{१}{२}$ फूट आघो गयो हतो, एटले ४० दिवसमां बरफनुं **एकंदर प्रसरण** ९०० फूटना अंतरमां १३ फूट २ $\frac{३}{४}$ इंच करतां ओछुं थयुं न हतुं.

बीजुं, धारो के लोडानी **अ** नळीमां पाणी भरीने तेनुं मोढुं पेचवाळो दाटा **ब** वडे सज्जड बंध करीए. (आ. १०७)

आ. १०७



ठरती वखते पाणीना प्रसारथी लोडानी नळीनुं फाटवुं.

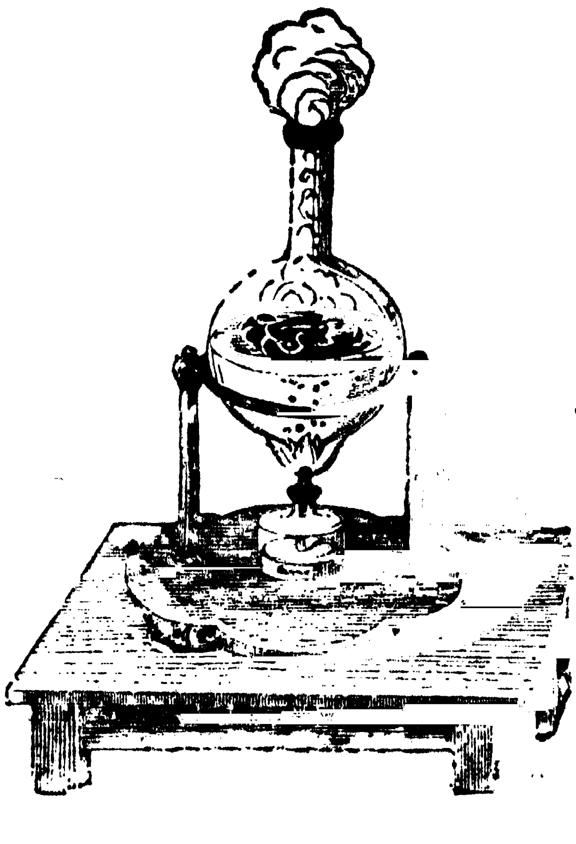
નળીને બરફ અને મીઠાના મિશ્રણમાં મૂકીએ, તો થોડા વખત પછી તે મોટા અવાજ સાથે ફાટી જશે.

પાણી ઠરી જતી વખતે **પ્રસરણ પામે છે** તેનું આ બીજું ઉદાહરણ છે, અને તે વર્ગમાં પણ દર્શાવી શકાય એવું છે.

૬૬. દ્રવ ઉષ્માની અસર વડે વાયુ અને બાફ રૂપમાં આવે છે. ઉષ્માની દ્રવ ઉપર થતી બીજી અસર તેનું રૂપ બદલવાની છે. ઉષ્મા વડે ઘન પદાર્થ જેમ દ્રવરૂપમાં આવે છે, તેમ દ્રવ પદાર્થ વાયુ અથવા બાફ રૂપમાં આવે છ.

આનો દાખલો મળવો મુશ્કેલ નથી.

આ. ૧૦૮.



પાણી ભરેલી તપેલી, અથવા ચહાદાની દેવતા ઉપર મૂકી રાખીએ તો તરતજ તે ઉભરાઈ ખાલી થઈ જાય છે તેનું કારણ શું? કોઈ દ્રવને નીચેથી (આ. ૧૦૮) ગરમી લગાડીએ ત્યારે બાફના નાના પરપોટા ઊંચે ચડતા માલમ

पडे छे, पण तेओ पृष्ठ सुधी पो'चे त्यारपे'लां तेमनुं संहनन थई जाय छे.

आ कारणने लीधे द्रवने गरम करती वखते सुसवाटो संभळाय छे.

तोपण थोडा वखत पछी पेला परपोटा पृष्ठ उपर जईने त्यां फूटी जाय छे, अने हवामां विखराई जाय छे.

आ परपोटानी उपर जवानी क्रियाने **उत्कलन** कहे छे.

लगभग एवाज प्रकारनी क्रिया दर्शावनारा बीजा एक शब्द तरफ विद्यार्थीनुं ध्यान खेंचवानी जरूर छे.

ते शब्द **बाष्पीभवन** छे, अने उत्कलन करतां जे भिन्नता ते दर्शावे छे ते एटलो छे के पे'लामां द्रवना पृष्ठ उपर बाफ थाय छे, अने बीजामां द्रवना पोताना अंगमां थाय छे.

द्रव उत्कलनबिंदु सुधी गरम थवा पे'लां तेनी बाफ थवानां घणां उदाहरणो छे. जेवां के पाणी, ईथर, अने मद्यसार.

हुं मारा हाथना पाछला भाग उपर थोडो इथर रेडुं छुं ते केटली झडपथी अदृश्य थई जाय छे ! ते क्यां गयो ? मात्र मारा हाथनी उष्मा तेने बाफ रूप बनावी दे छे.

अथवा रकाबीमां थोडो मद्य रेडीए तो ते आपणी नजर आगळथी अदृश्य थई जशे; मात्र तेने जरा वधारे वखत लागशे.

नजर आगळथी अदृश्य थवानुं कह्युं तेनुं कारण एटलुंज छे के घणी जातनी बाफ आपणी कुदरती आंखे जोई शकाती नथी, तोपण सारा सूक्ष्मदर्शक वडे जोई शकाय छे.

हवामांनी बाफ अथवा भीनाश अवलोकन करवानी वस्तुनो देखाव मालम पडवा देती नथी; माटे आकाशीय पदार्थोनुं अवलोकन करावनारा खगोळवेत्ताओने, घणी वखते ओछा भेजवाळुं वातावरण होय एवा प्रदेशमां जवानी जरूर पडे छे.

पण सौथी वधारे अगत्यनी, अने असर करनार क्रिया पाणी उत्कलनबिंदु सुधी गरम थाय त्यारे पे'लां तेनी धीमे धीमे बाफ थवानी छे.

धुम्मस अने વાદળાંનું कारण समुद्र, तळाव, नदी, अने महासागरना पृष्ठ उपर हमेशां चाल्या करती બાષ્પીભવનની क्रिया छे. तेमनां पृष्ठ उपर थती बाफ हवा करतां ओछी सांद्र होवाथी ऊंचे वातावरणमां जाय छे; त्यां तेनुं સંહનન थवाथी फोरां बंधाईने पाछां वरसादना रूपमां नीचे पडे छे.

उपर कह्युं छे के पाणी वगेरे रंग वगरना द्रवनी બાફ पण रंग वगरनी होय छे, माटे ते अदृश्य छे; त्यारे कीटलीनी नळीमांथी વરાળ निकळती देखाय छे एम के'वुं भूल भरेलुं छे. बराबर अवलोकन करवाथी मालम पडशे के जेने आपणे વરાળ कहीए छीए ते છેક નળીને અડોઅડ देखाती नथी पण तेनाथी थोडे छेटे देखाय छे.

वराळ અદૃશ્ય छे; जेने आपणे वादळी कहीए छीए, ते वराळनुं संहनन थवाथी हवामां ना'ना ना'ना कणो बंधाय छे तेनो एकठो थयलो जथ्थो मात्र छे.

गरमीथी द्रवनी बाफ थवाना दाखलामां बळतां લાકડાંનું

તડતડવું, અને દેવતામાં ઘાલેલા બોરનું ઝટવું વગેરે છે.

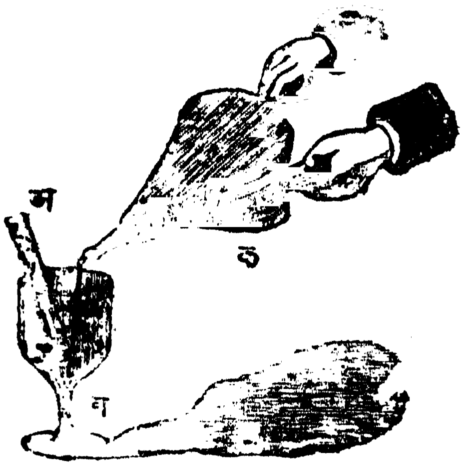
લાકડાં અને બોરનાં છિદ્રોમાં રહેલો ભીનાશની અતિશય સ્થિતિસ્થાપક બાફ બને છે, અને બા'ર નિકળી જવા માટે સવડ ન કરી હોય તો પ્રસરણ પામવાને યત્ન કરતી વખતે ચારે બાજૂ ચિનગારિયો ઉડે છે.

માટે કોઈ વસ્તુને દેવતામાં ઘાલીને બાફવી હોય, તો પ્રથમ તેમાં સોયા વડે કાણાં પાડે છે, એટલે તે ફૂટતી નથી.

૫૬. બાષ્પીભવનથી ઉત્પન્ન થતું શીત—ઉપરની કલમમાં દ્રવના **બાષ્પીભવન** વિષે વર્ણન કર્યું છે.

હવે દર્શાવવામાં આવશે કે, કોઈ દ્રવનું ઘણી ઝડપથી **બાષ્પીભવન** ચાલે ત્યારે પુષ્કળ શીત ઉત્પન્ન થાય છે.

આ. ૧૦૯



આકૃતિ ૧૦૯ માં દર્શાવેલી **અ** કસલીમાં પાણી ભરીને તેને ઇથર ભરેલા **બ** પ્યાલામાં મૂકવી; અને પછી **ક** ધમણ વડે પ્યાલામાં હવા ફુંકીએ, તો ઇથરનું એટલી ઝડપથી બાષ્પીભવન થાય છે કે કસલીમાંના પાણીનો બરફ થઈ જાય છે.

આનું કારણ ઉઘાડું છે.

कोई पण द्रवनुं **बाष्पीभवन** थवा माटे उष्मानी जरूर छे माटे ईथरनुं **बाष्पीभवन** थती वखते कसलीमांना पाणी-नी गरमी ते चूशी ले छे.

गरम हवामां मुसाफरी करनारा खलासी लोको आ नियमनो लाभ ले छे, सच्छिद्र कुंजामां मीठुं पाणी भरे छे, अने तेनी आस पास भीनुं कपडुं लपेटीने, पछी तडकामां सूकवी मूकी दे छे. कपडामांना पाणीनुं बाष्पीभवन थवा माटे कुंजामां भरेला पाणीमांनी गरमी तेना छिद्रो वाटे खेंचाई आवे छे, अने पीवानुं पाणी बरफ जेवुं थंडुं थाय छे.

पाणीमां डूबकी मारीने पाछा बा'र निकळीए त्यारे अने नाह्या पछी टा'ड वाय छे तेनु कारण पण एज छे.

चामडी भीनी होय छे; ते भीनाशनी बाफ थवा माटे शरीरमांनी गरमी वपराय छे, तेथी चादर थंडी लागे छे.

अने, छेलुं, उनाळाना दा'डामां थंडक राखवा माटे शे'रोना रस्ता उपर गाडीओ वडे पाणीना छंटकाव करवामां आवे छे. रस्ता उपर छांटेला पाणीनुं झडपबंध बाष्पीभवन थवाथी थंडक रहे छे.

९७. उष्मानी असरथी घाडा द्रव चंचळ थाय छे.— हजू, उष्मा वडे द्रव उपर एक बीजी असर थाय छे, ते आ प्रकरण पूरुं करवा पे'लां दर्शाववी जोइये.

जुदा जुदा द्रवने एक वासणमांथी बीजामां रेडती वखते जे वखत लागे छे, ते प्रमाणे तेओ **घाडा** अथवा **चंचळ**

क'वाय छे. ए आगळ दर्शावी गया छीए.

हवे, जेने आपणे **घाडामां घाडो** द्रव धारता होईए ते उष्मानी असर वडे अतिशय चंचळ थई जाय छे.

कोई माणस, शियाळामां घीवाळानी दुकाने एक रुपियानुं घी लेवा जाय, तो कुंडामांथी वासणमां घी का'डतां केटलो वधो वखत लागे छे !

वेर जईने घीनुं वासण देवता उपर मात्र थोडीज मिनिट मूके तो शी असर थाय छे ?

हवे ते पाणीनी पेठे एक वासणमांथी बीजा वासणमां रेडी शकाय छे; बीजा रूपमां कहीए तो उष्मानी असरवडे **घाडो** द्रव केवळ **चंचळ** थयो छे.

डेपरेल, तार, ग्लिसरोईन अने बीजा **घाडा** द्रव गरम करवाथी पण एवुंज परिणाम आवे छे.

प्रकरण १० ना प्रश्नो.

१. उष्ममापकनुं वर्णन करो, अने तेनुं कार्य समजावो.

२. उष्मा मापवा माटे केवुं माप वपराय छे? ते माप केवी रीते बनाववामां आवे छे ?

३. एक उष्णमापक सवारमां, श्यानीभवनबिंदु करतां ९$\frac{1}{2}$ अंश नीचुं उष्ममान दर्शावे छे; अने बपोरे ते करतां १४ अंश वधारे दर्शावे छे; त्यारे वातावरणनुं उष्ममान केटलुं हशे?

४. घाडा द्रव उपर उष्मा वडे शी असर थाय छे?

५. बाष्पीभवन एटले शुं? पाणी करतां झडपथी वाफरूप थता होय एवा केटलाएक द्रवनां नाम आपो.

६. शियाळानी ऋतुमां पाणीना नळ फाटी जवानुं कारण विस्तारथी समजावो.

७. एक घनफूट पाणीनो बरफ बनावीए तो तेमां शा शा फेरफार मालम पडे छे?

८. देवतामां बोर बाफवा घालीए तो ते एकदम फूटे छे तेनुं कारण समजावो. ते फूटे नहीं तेने माटे शी तजवीज करशो?

९. पाणीनी महत्तम सांद्रता एटले शुं? ते विषे तमे शुं जाणो छो?

१०. द्रव उष्मा वडे प्रसरण पामे छे, ते दर्शाववाने एक प्रयोग वर्णवो.

११. एक तपेली माथा सुधी पाणी भरी चूला उपर मूकी छे, तेमांनुं पाणी उकळवा जेवुं गरम थवा पेलांज उभराईने चूलामां पडे छे तेनुं कारण समजावो.

१२. उष्ममापक अंकित करवानी त्रण रीतोनुं वर्णन करो. फारेनाईट श्रेणीनुं शून्य अने शतांशिक श्रेणीनुं शून्य एकज उष्ममान दर्शावे छे?

१३. मद्यसार-उष्ममापकनुं वर्णन करो. पाराना उष्ममापक-ने बदले मद्यसार-उष्ममापक वापरवानी जरूर क्यारे पडे छे?

१४. उत्कलन अने बाष्पीभवननी क्रियामां शो तफावत छे?

१५. हुं मारा हाथना पोंचा उपर इंधक अने पाणी रेडुं

तो ते बेमांथी कयुं, शा कारणथी पे'लुं, बाफरूप थई जशे?

१६. श्यानीभवनबिंदु करतां १० अंश नीचा उष्ममान-वाळा एक घनफूट बरफने उष्मा लगाड्या करीए, त्यारे जे जे फेरफार जोवामां आवे छे ते विस्तारथी वर्णवो.

१७. लाकडाने देवतामां मूकीए त्यारे ते ततडे छे तेनुं कारण शुं?

१८. एक लो'डाना गोळामां पाणी भरीने तेनुं मों'डुं मज्जड बंध कीधा पछी, तेने केनेडानी थंडी ऋतुमां बा'र राखी मूक्यो; थोडा वखत पछी मो'टो धडाको थईने दाटो आवो उडी गयो; एनुं कारण विस्तारथी समजावो.

१९. उकळता पाणीमां सुसवाटो संभळाय छे तेनुं कारण समजावो.

प्रकरण ११ मुं.

वायु अने बाष्प उपर उष्मा अने शीतने लीधे थतो असरो.

५८. वायुओ उष्मा वडे प्रसरण पामे छे अने शीतने लीधे आकुंचित थाय छे—५९. वातोष्ममापक—६०. हवाना संचारनुं कारण—६१. वातव्यापन—६२. वात (पवन) नुं कारण ६३. भूमि अने समुद्रवात—६४. संहनन.

५८. **वायुओ उष्मा वडे प्रसरण पामे छे अने शीतने लीधे आकुंचित थाय छे**—आ सिद्धांत घन अने द्रव पदार्थनी पेठे वायुओने पण बराबर लागू पडे छे.

एक फुक्कानी अंदर थोडी हवा भरीने, पछी तेने देवता आगळ

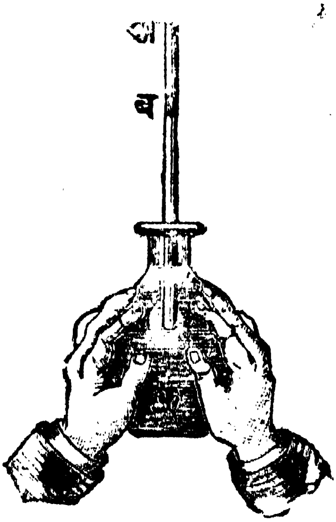
धरी राखीए, तो थोडा वखतमां ते पूरो भरायलो मालम पडशे.

फुक्को गरम थाय के तरतज तेमांनी हवा प्रसरण पामे छे; एटले, तेना अणु एक बीजाथी बने तेटला दूर जवाने यत्न करे छे, अने तेम करवाथी फुक्काने पूरेपूरो फुलावी दे छे.

पछी फुक्काने थंडो पडवा दईए, तो शीत जे उष्मानो अभावसूचक शब्द छे, ते, हवाने पोताना असल परिमाणमां लावी मूके छे—बीजा शब्दोमां कहीए तो तेनुं **आकुंचन** करे छे.

८९. **वातोष्ममापक**—उष्मा वडे थती वायुओनी प्रसरणशीलता बीजी रीते दर्शाववाने वातोष्ममापकनो उपयोग करवो पडे छे.

आ. ११०.

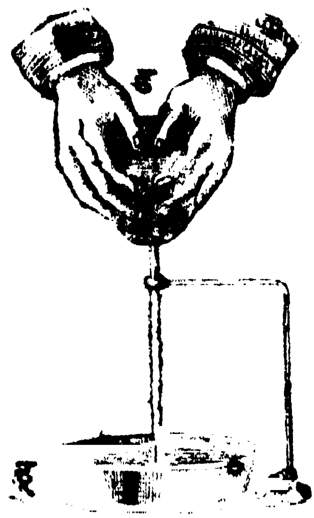


तेनी सादामां सादी रचना आ प्रमाणे छे: काचना **क** चंबूना बूचमां पातळी काचनी नळी बेसाडेली छे; (आ. ११०) नळीनी अंदर एक शाहीनुं टीपुं नाखीने, चंबूने बंने हाथ वडे पकडी राखीए, तो ते **अ** नळीने मथाळे ऊंचे जतुं मालम पडशे, अने परिणामे उभराईने बाहेर निकळी जशे. हाथनी उष्मा वडे काच गरम थाय छे, अने तेनी उष्मा अंदरनी हवाने लागवाथी ते **प्रसरण** पामे छे; अने तेने मात्र एकज दिशामां, एटले ऊपर नी बाजूए प्र-

मरण पामवानो रस्तो छे, तेथी शाहीनुं नानुं टीपुं व, प्रसरण पामती हवा वडे उपर ऊंचकाईने नळीने मथाळे जाय छे.

कॅस्टेलिए, इ.स. १६३८मां फर्डिनन्ड सीसेरिनाने लख्युं हतुं, के, "पांत्रीस करतां पण वधारे वर्ष पे'लां सिनोअर गेलिलीओए मने एक प्रयोग देखाड्यो हतो ते मने याद छे.

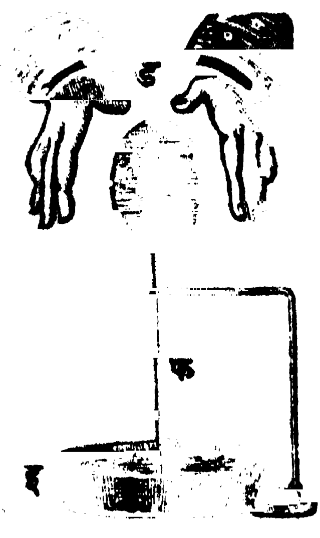
आ. १११



"तेणे मरघीना इंडा जेवडो एक काचनो चंबू लीधो (आ. १११) तेनुं डोकुं घासना तणखला जेवुं पातळुं अने बे वें'त लांबुं हतुं.

"चंबूनो गोळो हाथमां पकडी राखीने तेने हाथनी संपूर्ण उष्मा पोंचवा दीधा पछी तेनुं मोंडुं पाणी भरेला इ वासणमां मूक्युं, अने पछी हाथ उपाडी लईने उष्मा दूर करी, एटले पाणी एकदम इ वासणमांनी सपाटी करतां चंबूना डोकामां एक वेंतथी पण वधारे ऊंचाई सुधी च'डी गयुं."

आ. ११२.



११२ मी आकृतिमां आ दर्शाव्युं छे; चंबूमां रहेली हवाना करतां बा'रनी हवानुं दबाण वधारे होवाने लीधे पाणी डोकामां एक वें'त

એટલે ફ સુધી ઊંચે ચ'ડે છે.

એ ચંબૂની અંદર હાઇડ્રોજન અથવા ઑક્સિજન વાયું ભરીએ ત્યારે પણ એવાંજ પરિણામો આવે છે.

६०. હવાના સંચારનું કારણ—વાયુના પ્રસરણથી નીપજતાં પરિણામોમાં પે'લું તો તેમની સાંદ્રતા ઓછી થાય છે, એટલે, કોઈ વાયુને ગરમ કરીએ તો તેના તેટલાજ પરિણામનું વજન પ્રથમ હોય તે કરતાં ઓછું થાય છે, એ છે.

આ પ્રમાણે હોવાને લીધે, કોઈ પણ ગરમ વાયુ પોતાના જેટલી સાંદ્રતાવાળા થરમાં જાય ત્યાંસુધી ઊંચે ચ'ડવાને યત્ન કર્યા કરશે.

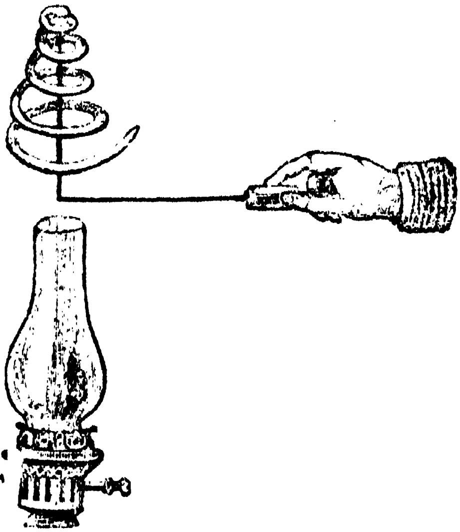
આ કારણને લીધે ઉષ્મા વડે પ્રસરણ પામેલી હવા ઓરડાને મથાળે જાય છે; તેમજ, ધુમાડિયાંમાં **હવાનો સંચાર** પણ એજ કારણથી થાય છે.

ચૂલામાં બળતી આગ વડે, ઓરડામાંની હવા ગરમ થઈને, તે જેટલી પ્રસરણ પામી હોય તેના પ્રમાણમાં ધુમાડિયામાં ઊંચે જાય છે; માટે તે ઊંચે ચ'ડી ગયલી હવાની જગા રોકવાને, થંડી હવા ઓરડામાં થઈને ચૂલા તરફ ધશી આવે છે.

આ, ત્યારે, સઘળા **હવાના સંચારો**નો વાદ છેઃ હવા ગરમ થાય છે ત્યારે તે સ્વાભાવિક રીતે **પ્રસરણ** પામે છે, તેથી તેની સાંદ્રતા ઓછી થાય છે, અને તેના સરખા પરિણામનું વજન, થંડી હવાના કરતાં ઓછું હોવાથી, તે ઊંચે જાય છે, અને તેને ઠેકાણે વધારે સાંદ્રતાવાળી બીજી હવા આવે છે.

गरम हवा ऊंचे जाय छे ते दर्शाववा माटे एक घणो रमूजी प्रयोग सर्पाकार कापेला कागळना कडका वडे करी शकाय छे. ते सर्पाकार ककडाने समतोल ढीलो राखीने, दीवानी शिखा उपर पकडी राख्यो होय, तो ऊंचे जती गरम हवाना जोरथी ते झडपबंध चकरचक्कर फरे छे.

आ. ११३.



आकृति ११३ मां, सर्पाकार कापेलो जाडा कागळनो अ ककडो, ब दीवामांथी ऊंचे जती गरम हवा उपर पकडी राखेलो छे, अने उपर कहेलुं परिणाम एना वडे समजाय छे.

कोई कोई वखत आपणे कहीए छीए के हवानो संचार बारीमांथी थाय छे.

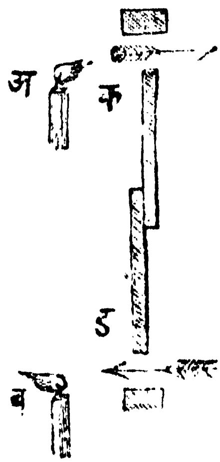
भट्ठीनी आसपासनां बाकोरामां थईने बारनी हवा जशी आववाथी ए प्रमाणे थाय छे; हवा ओरडानी अंदरनी अने बारनी हवानुं दबाण समतोल राखवा माटे धशी आवे छे.

६१. **वातव्यापन**—हवाना संचारथी ओरडामांनी अथवा खाणमांनी अस्वच्छ हवा दूर करवानी रीतने **वातव्यापन** कहे छे.

बंध करेला ओरडामांनी हवा गरम थवाथी **प्रसरण पामे छे**, छत सुधी ऊंची चडी जाय छे, अने त्यांथी मथाळेनां जाळियांमां थईने बा'र चाली जाय छे.

तेवीज रीते, नीचेनुं जाळियुं उघाडीए तो शुद्ध ताजी हवा पेली बा'र निकळी गयली हवानी जगाए आवे छे. आ नियमनी सत्यता नक्की करवा माटे एक सळगती मीणबत्ती बारा फरती जाळियाने मथाळे अने तेना नीचेना भाग आगळ पकडी राखवी.

आ. ११४



मथाळा आगळ (आ. ११४) तेनी ज्योत **बा'रनी बाजूए** वांकी वळेली देखाय छे, ते उपरथी एम मालम पडे छे के हवानो प्रवाह ते दिशामां जाय छे, अने नीचेना भाग आगळ ज्योत **अंदरनी बाजूए** वांकी वळे छे.

कोई गरम हवावाळा ओरडानुं बारणुं उघाडीने, सळगती मीणबत्ती बारणामां जुदी जुदी त्रण जगाए गोठववाथी पण एज परिणाम जोवामां आवे छे.

आ. ११५



मीणबत्ती मथाळा आगळ होय त्यारे (आ. ११५) **क** आगळ देखाड्या प्रमाणे ज्योतनी दिशा उपरथी हवानो प्रवाह **बा'र** जतो मालम पडे छे.

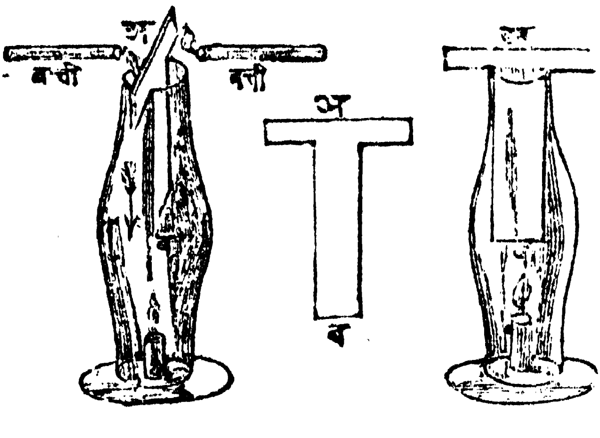
जमीन नजीक मूकी होय तो ज्योत

अंदर वांकी वळे छे, ते उपरथी जणाय छे के हवानो प्रवाह उलटी दिशामां जाय छे.

अ आगळना तीरनी दिशा वडे आ दर्शावाय छे. परंतु जो मीणबत्तीने वचमां पकडी राखीए तो **ब** आगळ बताव्या प्रमाणे ज्योत उभी रहे छे; कारणके तेना उपर कोई पण हवाना प्रवाहनी असर थती नथी.

वर्गमां करी बताववानो बीजो रमूजी प्रयोग आ छे: योगीनी कुबडी जेवो जसतना पत्रानो कडको कापीने तेने साधारण दीवानी चीमनीनी अंदर मूकवो, एटले चीमनी बे भागमां वेंचाई जशे; पछी तेनी अंदर एक सळगती मीणबत्ती गोठववी.

आ. ११६



आ. ११६ मा ए योजनाना बे देखावो आप्या छे.

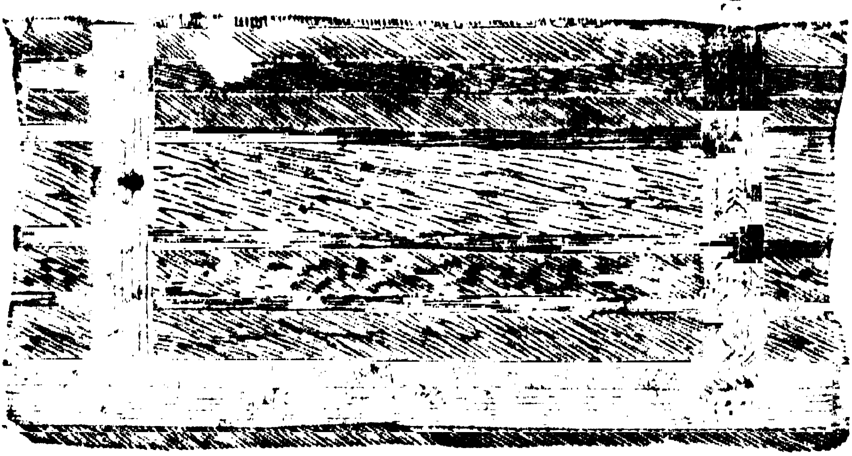
जसतना **अब** पत्रानी जमणी बाजूए चीमनीना मथाळा आगळ बळती मीणबत्ती लावीए, तो तेनी ज्योत गरम हवाना ऊंचे जता प्रवाह वडे **ऊंचेनी दिशामां** वांकी वळे छे.

अने **अब** पत्रानी डाबी बाजूए मीणबत्ती पकडी राखीए तो ज्योत **नीचेनी दिशामां** वांकी वळे छे; तेमज थंडी

हवा अंदर धसवाथी केटलोएक धुमाडो पण चीमनीमां नीचे घसडाई जाय छे.

आ उपरथी खाणोना **वातव्यापन**नो सवाल आगळ आवे छे कोई कोई वखत, बे मो'डां एक मैल दूर खोदेलां होय छे. तेमांना एकने तळिये बळतुं सळगावे छे (आ. ११७) एटले हवानो **उपर जवानो प्रवाह** चालू थाय छे.

(आ. ११७)



कोयलानी खाणनुं छिन्न.

आ हवाना उपर जता प्रवाहनी जगा रोकवा माटे, बीजा मो'डामांथी थंडी हवानो मोटो जथ्थो नीचे धशी आवे छे, अने गलीओमां थईने आगवाळां मो'डांने तळिये पो'चे छे, त्यां गरम थईने तेनी पे'लां रहेली हवानी पेठे ऊंचे च'डी जाय छे

आ सवाल पडतो मूकवा पे'लां अपूर्ण वातव्यापनथी थती खराब असरो दर्शाववानी जरूर छे.

मुख्यत्वे करीने गुजरातनां गामडांनी निशाळो जोतां आ

विषयना खरेखरा अज्ञाननो बराबर भास थाय छे.

एक बहु ना'ना ओरडामां, एक माणस पोतानी स्त्री, अने छ बाळको साथे रहेतो हतो. शियाळानी ऋतु हती अने ओरडो हवाना संचारवाळो हतो. वातव्यापन अटकाववा माटे सघळी बारीओ जाडा कागळ चो'डीने बंध करवामां आवी हती.

धुमाडियुं जूना गुणपाटना डूचा मारीने सज्जड बंध करी लीधुं हतुं, अने बारणुं वासवुं पण भुली गयां न हतां.

रात्रे सुता पे'लां धुमाती तापणी सळगावी दीधी हती, अने बारणु बंध करीने सर्व उंघी गयां हतां.

पिता सवारमां उठीने जूए छे, तो एक बाळकना प्राण निकळी गया हता.

मोतनुं कारण कांइ दूर शोधवुं पडे एम नथी—अस्वच्छ झेरी हवानो दम लेवाथी बाळक गुंगळाइने मरी गयुं हतुं.

ए उपरथी आपणे शो सार लेवानो छे ? अस्वच्छ हवानो दम लईने झेरथी मरवाना जोखममां पडवा करतां, आपणा सुवाना ओरडामां हवानो संचार होय ते खमवो ए शुं पसंद करवा लायक नथी ?

६२. वात (पवन)नुं कारण.—वातना मुख्य कारणोमांनुं एक, सूर्यनी उष्माना कार्य वडे थतुं हवानुं प्रसरण अने आकुंचन छे.

पृथ्वीना पृष्टने अडोअड रहेला हवाना थरो, वधारे गरम थवाथी **प्रसरण** पामे छे, अने पछी तेमना हलकापणाने लीधे

ऊंचा च'डे छे; त्यारे हवाना संचारना ऊंचा भागमां रहेला थरो थंडा अने वधारे सांद्र होवाथी, तेमनी जगाए नीचे उतरे छे.

बीजुं, दर चोवीस कलाकमां पृथ्वी एक वखत पोताना आंस उपर फरी वळे छे ते पण **वातनुं एक अगत्यनुं कारण छे.**

सर चार्लस लाइले पोताना भूस्तरविद्याना पुस्तकमां एक आश्चर्यकारक चमत्कारनुं वर्णन करेलुं छे; तेमां १८१२ मां सेन्टविन्सेंट टापूमांनो एक ज्वालामुखी पर्वत फाट्यो त्यारे मालम पड्या हता तेवा, **प्रवाहो** अने **प्रतिप्रवाहो** हवामां छे ते अने तेमनुं बळ दर्शावेलुं छे.

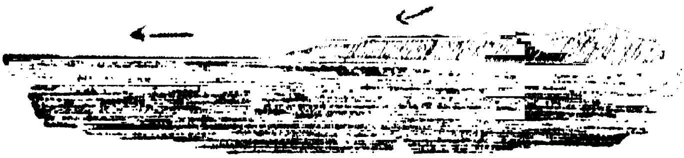
व्यापारवात जोके बार्बेडोझ तरफथी सेन्टविन्सेंट तरफ वाय छे, तोपण घणे ऊंचे उडी गयेली राख सेन्टविन्सेंटथी बार्बेडोझमां पडी हती.

सने १८१९ मां संबावा नामना टापूमां तेज नामनो पर्वत फाट्यो ते वखते राख एमबोइना अने बेन्डा टापूओमां जई पडी हती; आ टापूओ ज्वालामुखीनी पूर्व दिशाए ८०० मैल उपर आवेला छे, अने आ बनाव अग्निकोण तरफथी आवती वृष्टिनी भर मोसममां बन्यो हतो.

६३. **भूमि अने समुद्रवात.**—जुदी जुदी जातना वातना विवेचननो विषय घणो विशाळ छे; अने ते आ नाना पुस्तकना लक्षनी तदन बा'र छे; छतां, 'वात दरिया तरफथी जमीन तरफ आवे छे' त्यारे, **भूमि अने समुद्रवातनुं** विवेचन करवुं ते निरर्थक नथी.

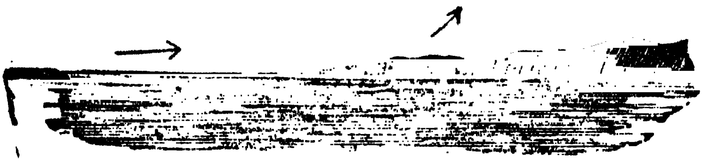
દિવસે દરિયા કરતાં જમીન વધારે ગરમ થાય છે, તેથી તે-

આ. ૧૧૮



રાત્રે ભૂમિવાત

આ. ૧૧૯



દિવસે સમુદ્રવાત

ના ઉપરની હવા પણ દરિયા ઉપરની હવા કરતાં વધારે ગરમ થાય છે. ત્યારે પરિણામ શું નીપજે છે?

જમીન ઉપરની હવા ઊંચે ચ઼ડે છે, અને દરિયા ઉપરથી જમીન તરફ થંડી હવાનો પ્રવાહ તેની જગાએ આવે છે. આ પ્રમાણે **સમુદ્રવાત** ઉત્પન્ન થાય છે.

બીજું, રાત્રે પાણી કરતાં જમીનમાંની ગરમી જલદી બાહાર નિકળી જાય છે.

માટે જમીન ઉપરની હવા દરિયા ઉપરની હવા કરતાં થંડી થાય છે, અને હવાનો પ્રવાહ હમેશાં થંડા થરમાંથી ગરમ થર તરફ હોય છે, તેથી **ભૂમિવાત** ઉત્પન્ન થાય છે.

६४. **संहनन,**—कोई पण बाष्प अथवा वायुनी द्रवरूपमां आववानी स्थितिने संहनन कहे छे.

ए शब्दनो सामान्य अर्थ उपरथी एम समजाय छे के कोई वस्तु ओछी जगा (अवकाश) रोके एवी करवामां आवी छेः अने छे पण तेमज.

वराळनुं ज्यारे पाणीना रूपमां **संहनन** थाय छे, त्यारे, ते वायुरूपमां जेटली जगा रोकती तेनो मात्र १/१७०० मो भाग रोके छे.

खरुं जोतां सघळा वायुओ बाष्परूप बनेला द्रव छे एम मानवाने पूरतां कारण मळी आवे छे.

तेओमांना घणाखराने लो'डाना ग्राहकमां भरीने पाणी उडाडवाना बंबा वडे तेमना उपर अतिशय दबाण करवाथी, तेओ द्रवरूपमां आवे छे. अलबत, ते द्रवने ग्राहक नीचेथी का'डीए अने जे भारे दबाण नीचे ते रहेलो होय ते दबाण दूर थाय, एटले तरतज ते पाछो वायुरूप थवाने यत्न करे छे.

आ प्रमाणे यत्न करवामां उतावळ करीने ते भय उपजावे छे, अने तेने पुष्कळ गरमी मळे नहीं त्यांसुधी ते ए रूप धारण करी शकतो नथी, माटे तेनी आसपासनी बधी वस्तुओने पोतानी गरमी आपी देवाने ते फरज पाडे छे.

आवी रीते दर चोरस इंच उपर ४६० पौंड दबाण करीने संहत करेलो हास्यजनक वायु ज्यारे दबाण तळेथी मुक्त थाय छे, त्यारे ते पोताना अति त्वरित बाष्पीभवनने लीधे

पाणीना श्यानीभवनबिंदु करतां पण २००° ओछुं उष्ममान आपी शके छे.

आ प्रयोग हवाअवना ग्राहक नीचे कर्यो होय, तो श्यानीभवनबिंदु करतां ३००° ओछुं उष्ममान मळी शके.

कुदरतमां **संहनननां** घणां उदाहरणो मळी आवे छे.

गरम ओरडानी काचनी बारीओ उपर घणी वखत भीनाश वळे छे तेनुं कारण शुं?

बारीना काच तेनी पासेनी हवा करतां थंडा होवाथी, हवामांनी पाणीनी बाफनुं **संहनन** करे छे.

थंडा पाणीनो प्यालो गरमीवाळा ओरडामां लई जइए त्यारे पण एवुंज परिणाम आवे छे. प्यालानी बाहरनी बाजू उपर ओसना जेवां टीपां बाझेलां मालम पडे छे.

कुदरतनुं खरेखरुं उदाहरण तो **वरसादनी क्रिया** छे. दरियाना अने नदीओना पृष्ठ उपरथी जे बाफ बने छे ते हवाना करतां ओछी सांद्र होवाथी, स्वाभाविक रीते हवाना संचारना ऊंचा भागमां जाय छे, अने त्यां संहनन थईने पाणीनां झीणां झीणां फोरां बंधाय छे.

छेल्लुं, **ओस** बने छे ते उपरथी पण जणाय छे के पाणीनी बाफ **संहननी** क्रिया वडे पाछी पोताना असल रूपमां आवे छे.

प्रकरण ११ ना प्रश्नो.

१. संहनन एटले शुं? तेना केटलाएक कुदरती दाखला आपो.

२. वातोष्णमापकनुं वर्णन करो. तेमां दर्शकने ठेकाणे शुं राखवामां आवे छे?

३. भूमि अने समुद्रवातनुं कारण विस्तारथी समजावो.

४. वरसादनां फोरां शी रीते बंधाय छे?

५. ओरडामां वातव्यापन थवा माटे बा'रीनी उपरनुं अने नीचेनुं एम बंने जाळियां शामाटे उघाडां राखे छे?

६. वात (पवन) बनवानुं कारण विस्तारथी समजावो.

७. वायुओ उष्माथी प्रसरण पामे छे एवुं साबीत करवाने एकाद प्रयोग वर्णवो.

८. खाणमां वातव्यापन करवानी सामान्य रीत दर्शावो.

९. यांत्रिक योजना वडे बाष्प अने वायुनुं द्रवरूप बनाववानी रीत दर्शावो.

१०. एक ओरडामां सघडी सळगावेली छे, तेना उघाडा बारणामां सळगती मीणबत्ती पकडी राखी छे; मीणबत्तीने बारणाना मथाळा आगळ, अने पछी उमरा आगळ लई जईए तो शी शी असरो मालम पडशे?

११. बा'रीनां जाळियांनी आसपास पवनना सुसवाटा संभळाय छे तेनुं कारण शुं?

१२. एक फुक्कामां थोडी हवा भरी तेने देवता सामे पकडी राख्यो छे. थोडा वखत पछी तेनो देखाव कवो थशे ते

सविस्तर समजावो.

१३. वायुओ उष्माथी प्रसरण पामे छे, अने शीतथी संकोचाय छे, एनी साबीती माटे बे प्रयोगो करी बतावो.

१४. उघाडी बा'री आगळ बेसीए त्यारे हवानो संचार मालम पडे छे तेनुं कारण समजावो.

१५. ओरडानी छतमां राखेली बा'रीओ वडे वातव्यापन करवानी कोई रीत जाणता हो ते दर्शावो.

१६. वात (पवन) उत्पन्न थवानां बे मुख्य कारणो आपो.

१७. वायुने संकोचीने बहु ना'नी जगामां राखवाथी शी असर थाय छे ते दर्शावो.

१८. कुदरतमां थता संहननना बने तेटला दाखला आपो.

१९. द्रव शी रीते बने छे?

२०. रहेवानां मकानोनी रंगेली दिवालो उपर घणी वखत भीनाश चों'टे छे तेनुं कारण स्पष्ट करो.

प्रकरण १२ मुं.

वातावरणनुं दबाण.

६५. वातावरणनुं ऊर्ध्वपीडन.—६६. वातावरणनुं अधःपीडन—६७. वातावरणनुं पार्श्वपीडन—६८. वातावरणनुं सघळी दिशाओमां थतुं पीडन अथवा दबाण—६९. हवाबंब—७०. भारमापक यंत्र.

६५. **वातावरणनुं ऊर्ध्वपीडन.**—५०, ५१, अने ५१-

थुरुप पदार्थो उपर लगाडेला दबाणनी जुदी जुदी असर विषेज चालू प्रकरणमां विवेचन करेलुं छे.

उदाहरण तरीके, एक मेजने उपरथी नीचे दबावो; तमे जेटलुं दबाण करशो ते बधुं कार्यनी रेखामांज असर करशे, अने आडुं अवळुं बिलकुल जणाशे नहीं.

बीजुं, एक लोटामां पाणी भरो: तेना तळिया उपर अमुक दबाण थशे, तेमज तेनी बाजूओ उपर पण थशे, अने ते पाणीनी उंडाईना प्रमाणमां थशे; पण वायुना संबंधमां उदाहरण तरीके हवाने तपासी जोतां तदन जुदीज असर जोवामां आवशे.

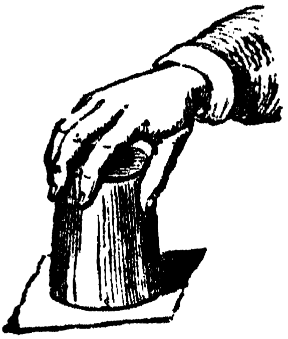
एक ओरडाना भोंयतळिया उपर वातावरणनुं जेटलुं **नीचली तरफनुं दबाण (अधःपीडन)** थाय छे तेटलुंज तेनी छत उपर **उपली तरफनुं दबाण (ऊर्ध्वपीडन)** थाय छे; अने तेनी एक दिवालना दरेक चोरस इंच उपर जेटलुं **आडुं पार्श्वपीडन** थाय छे तेज प्रमाणमां बीजी दिवाल उपर पण थाय छे.

वातावरण सघळी दिशामां **एक सरखुं** दबाण करे छे, ए नियमने अनुसरीने जुदा जुदा उपकरणनुं कार्य थाय छे; माटे ए प्रश्ननो बारीकीथी खुलासो करवानी जरूर छे.

पे'लुं.—**वातावरण वडे उपली तरफनुं दबाण थाय छे** एम आपणे कहीए छीए.

ए बाबत प्रयोग वडे साबीत करवा माटे एक काचनो

आ. १२०



प्यालो (आ. १२०) टोच सुधी पाणीथी भरवो.

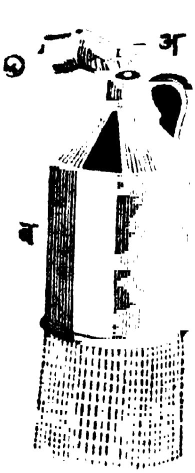
पछी ते प्यालाना मो' उपर जाडा कागळनो कडको गोठवीने तेने उलटो फेरवी नाखीए, तोपण तेमांनुं पाणी बा'र निकळी जतुं नथी. आम थवानुं कारण शुं?

कागळ उपर वातावरणनुं ऊर्ध्वपीडन थवाथी पाणी प्यालानी अंदर रहे छे; दबाण प्यालानी अंदरना पाणीना दबन करतां घणुं वधारे होय छे.

बीजो घणो रमूजी प्रयोग नळियामां चाळणीना जेवां संख्याबंध काणां होय एवा चंबू वडे करी शकाय छे.

चंबूने पाणीना कुंडामां डुबावीए त्यारे ते भराई जाय छे,

आ. १२१



अने पछी बा'र का'डीए, तोपण मो'डुं अंगूठा वडे बंध राखीए त्यांसुधी पाणी तेनी अंदर रहे छे.

आ प्रयोगमां वातावरणना **उध्वपीडनथी** पाणीना जथ्थाने आधार मळे छे; कारणके चंबूना मो'डा उपरथी **अ** अंगूठो खशेडी लईने तेनी अंदर हवा पेसवा दईए के तरतज तेमांना पाणी उपर वातावरणनुं **ऊर्ध्वपीडन** तेमज **अधःपीडन** थवाथी, आकृति

१२१ मां दर्शाव्या प्रमाणे, पाणी वा'र धसी जाय छे.

६६. **वातावरणनुं अधः पीडन**—ए घणी रीते साबीत करी शकाय छे. तेमांनी केटलीक नीचे दर्शावी छे.

आ. १२२

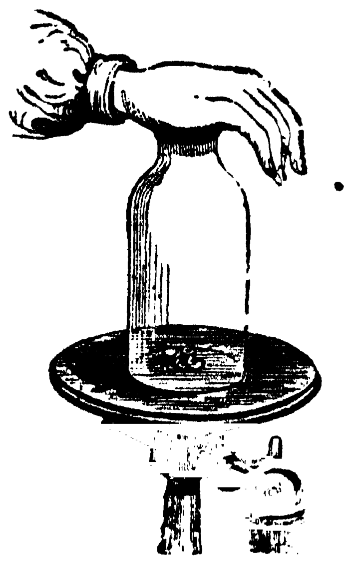


एक जाडा कागळनो कडको सळगावीने (आ. १२२) पाणीना **ब** चंबूनी अंदर नाखवो.

कागळ चंबूनी अंदर थोडो वखत बळे त्यारपछी, पाणीमां खूब बाफेला इंडानुं कोचलुं छोली नाखीने अंदरना गरथी चंबूनुं मो'डुं बंध करवुं.

कागळ बळवाथी चंबूनी अंदर थोडो अवकाश (वातशून्य) थयलो होय छे; अने तेने लीधे इंडानो गर धीमे धीमे वातावरणना **अधः पीडन** वडे अंदर उतरी जाय छे.

आ. १२३

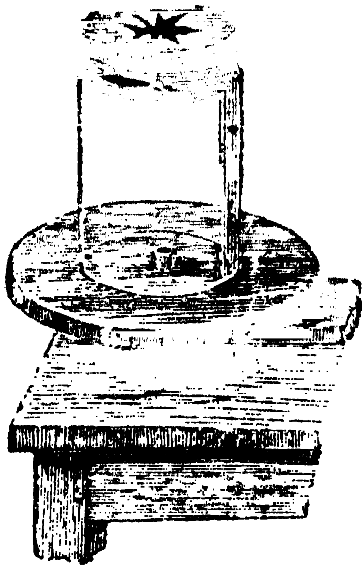


बीजुं, ए बाबत से'लथी साबीत करवा माटे हवाबंबनी तासक उपर गोठवेला काचना वासणना सांकडा मो'डा उपर विद्यार्थीए पोतानो हाथ मूकवो (आ. १२३), अने पछी ते वासणमांथी सघळी हवा खाली करवी.

तेने तरतज मालम पडशे के जा-

ण कोई बळ तेना हाथने काचना वासण जोडे सज्जड नीचे दबावे छे, अने ते बळ वातावरणना **अध:पीडन** सिवाय बीजुं कोई नथी.

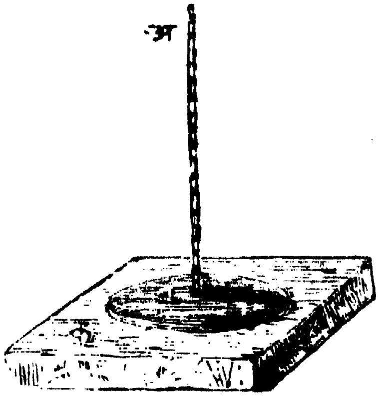
आ. १२४



अथवा काचनुं वासण लेवुं (आ० १२४) अने हाथने बदले तेना मोंडा उपर डुक्करना चामडानो फुक्को खेंचीने बांधवो.

वासणनी अंदर हवा होय त्यांसुधी कशो फेरफार थतो नथी; पण हवा खाली करवा मांडीए त्यारे फुक्को धीमे धीमे रकाबीनो आकार धारण करे छे, अने छेवटे फट दईने फाटी जाय छे.

आ. १२५



छोकराओ घणी वखत **चोषकनी** रमत करे छे (आ. १२५); तेमां एक चामडानो गोळ कडको **व** होय छे अने तेना केन्द्रमां **अ** दोरी बांधे छे.

चामडाने पाणीमां पलाळीने पत्थरना चपटा कडका उपर मूकीने पछी पग वडे सज्जड दबावे छे.

दोरी ऊंची खेंचे छे त्यारे पथरो चामडा साथे बाझी रहेलो मालम पडे छे.

एनो खुलासो एवो छे के, पथरा अने चामडा वच्चेनी बधी हवा दबाईने बा'र निकळी जाय छे, अने वातावरणना **अधःपीडनने** लीधे चामडुं पथरा जोडे चोंटी रहे छे.

६७. **वातावरणनुं पार्श्वपीडन (पासा उपर थतुं दबाण)**—एक शिक्को (पावली) लईने तेने कबाटनी बाजू साथे दबाववो, अने तेने थोडा वखत सुधी पाटिया साथे सारी पेठे घसीने तेमनां पृष्ठ वच्चे रहेली हवा विखेरी नाखवी. पछी आंगळी लई लईए तोपण पावली वळगी रहे छे (आ. १२६) कारणके वातावरणनुं **आडुं दबाण** तेने पोतानी जगाए दबावी राखे छे.

आ. १२६

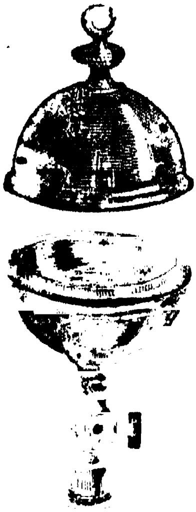


६८. **वातावरणनुं सघळी दिशाओमां थतुं दबाण.** एनी खात्री करवा माटे मागदिबर्ग अर्धवर्तुलोना प्रयोग सिवाय कोई बीजी सारी रीत नथी. ए अर्धवर्तुलोनुं नाम तेमनो उपयोग प्रथम ते शे'रमां थयो ते उपरथी पडयुं छे.

मागदिबर्गना ओटो वान गेरिके, इ. स. १६५४मां पीतळना एक बीजा साथे सज्जड बेसता बे पोला अर्धवर्तुल बनाव्या. तेणे जे वर्तुळ बनाव्यो तेनो व्यास एक फूट हतो, अने

तेने एक सकात्रो जडेलो हतो; तेथी तेने हवात्रंत्र उपर बे-

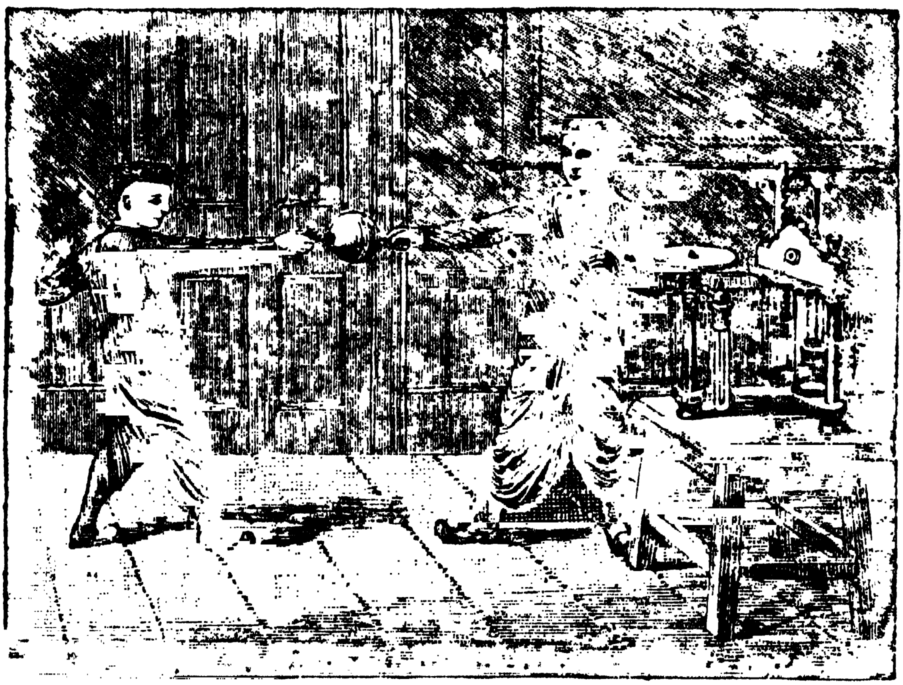
आ. १२७ साड्या पछी संबंध तोडी शकातो हतो.



आ० १२७ ना नीचेना भागमां ए योजना दर्शावी छे. बे माणसो एकेक अर्धवर्तुल पकडी शके तेम करवा माटे छेडा उपर कडां पण जड्यां हतां.

अर्धवर्तुलोनी अंदर हवा हती त्यांसुधी तेमने जुदा पाडतां कशी मुश्केली पडी नहीं, पण हवा खाली करी त्यारे आसपासनी हवानुं **बधी बाजूओ उपर** एटलुं बधुं द-

आ. १२८

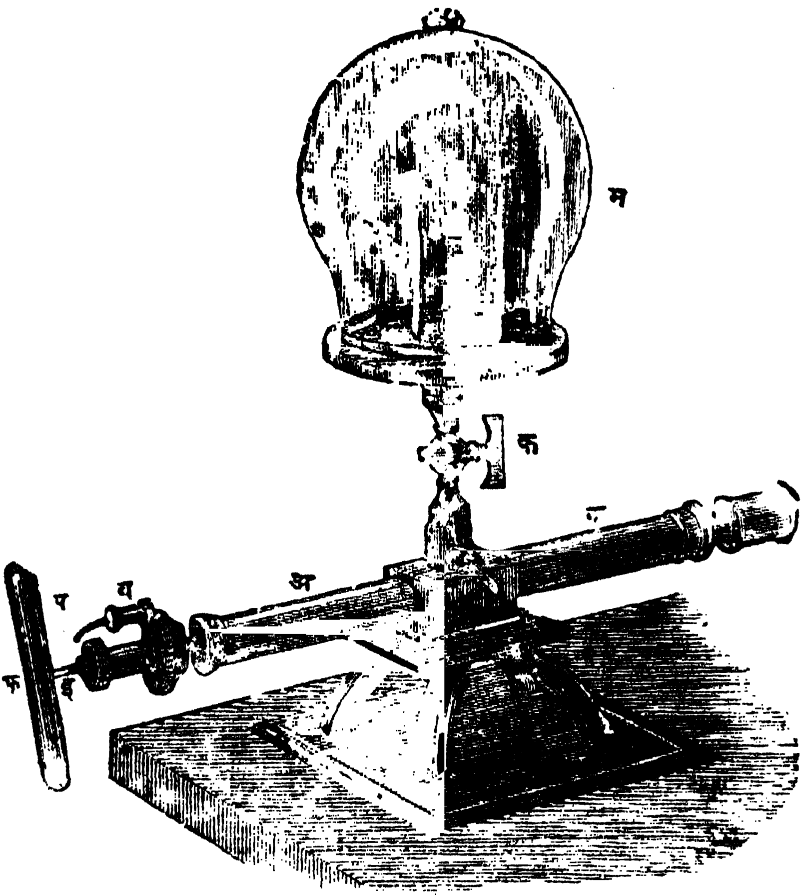


बाग थयुं के. बंने कडीओने घोडा जोडीने खेंचाववा छतां पण अर्धवर्तुलो छूटा थई शक्या न हता.

आ. १२८ मां दर्शाव्या प्रमाणे, पोताना वर्गना सोबती-ओने तेमनाथी बंने तेटला जोरथी खेंचता जे विद्यार्थी जोशे ते कबूल करशे के उपरनी वात खरी छे.

६९. **हवाबंब**—चालू प्रकरणमां घणी जगाए हवाबंबनुं नाम

आ. १२९



आव्युं छे; तेनी रचनानुं वर्णन नीचे आप्युं छे.

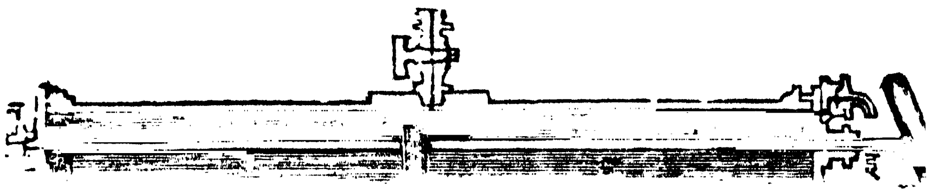
एनो मूळ बनावनार मागदिबर्गनो ओटो वान गेरिक नामनो पुरुष हतो; तेनुं नाम मागदिबर्गना अर्धवर्तुलना संबंधमां आगळ आवी गयुं छे.

पछीथी तेमां घणा सुधारा वधारा थया छे, तेमां मुख्यत्वे तेनां द्वारो अने तेने चलाववानी रीतमां थया छे.

हाल टेटनो हवाबंध बनेलो छे, तेमां मात्र एक भुंगळीने दरेक छेडे तेलवाळा रेशमना पडदा छे, अने बे नक्कर पेषक एकज पेषक दंड वडे चलाववाना छे.

आ. १२९ मां दर्शावी छे तेवी पीतळनी **अ ब** भुंगळी १६ इंच लांबी होय छे, अने तेना वे'नो व्यास १$\frac{1}{4}$ इंच होय छे.

आ. १३०



तेनी अंदर **क** अने **ड** बे पेषको छे, ते आ० १३० मां बराबर मालुम पडे छे. ए बेऊ **इ** पेषक दंड साथे जडेलां छे, अने **फ** हाथ वडे चलावी शकाय छे.

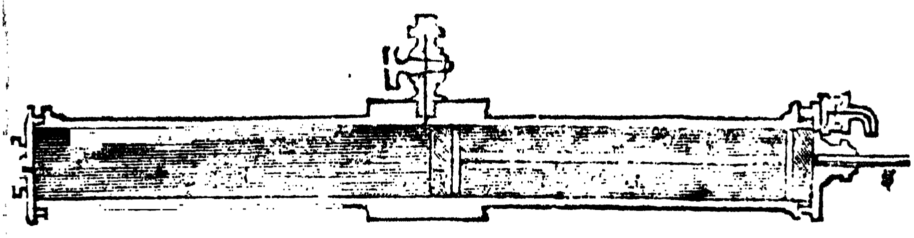
न नळीना छेडा आगळ एक झीणुं काणुं छे, तेना उपर तेलवाळो, रेशमी लूगडानो कडको चों'टाडेलो छे; ते द्वारनुं कार्य करे छे, अने भुंगळीमां बा'र का'डेली हवाने पाछी अंदर जती अटकावे छे.

दळी व नळीना बीजा छेडा आगळ पण, तेलवाळा रेशमी द्वार वडे ढांकेलुं काणुं होय छे, अने ए सर्वने पं नळीवाळी तोपनी अंदर बंध करेला होय छे.

छेल्लुं, भुंगळीना बेऊ छेडानी वचमां क सकावो बेसाडेलो छे तेना वडे भुंगळीना अंदरना भाग जोडे म ग्राहकनो संबंध जोडी अथवा बंध करी शकाय छे.

ए यंत्र चलाववा पे'लां तेने मेज साथे सज्जड करवो, अथवा तेने भारे बेठक उपर जडी राखवो, नहीं तो पेपकोने आगळ पाछळ चलावती वखते आचका लागीने म ग्राहक पडी जवानी धास्ती रहे छे.

आ. १३१



पेपको १३१ मी आकृतिमां दर्शावेले ठेकाणे होय त्यारे म ग्राहकनो अ भुंगळीना अर्धाभाग साथे संबंध रहे छे.

तमारा तरफ फ हाथो खेंचो त्यारे पेपको आ. १३१ मां दर्शावेले ठेकाणे आवे छे, अने व भुंगळीनो बीजो अर्धो भाग ग्राहक साथे संबंधमां आवे छे.

आ प्रमाणे करवाथी ड पेपक अने इ छेडानी वचमांनी बधी हवा व आगळना द्वारमां थईने बा'र निकळी जाय

छे; वळी, आ वखते जे हवा ग्राहकमांथी भुंगळीना **ब** भागमां चाली जाय छे ते पेपक बीजी वखत पाछो आवे छे त्यारे **न** आगळना द्वारमां थईने निकळी जाय छे.

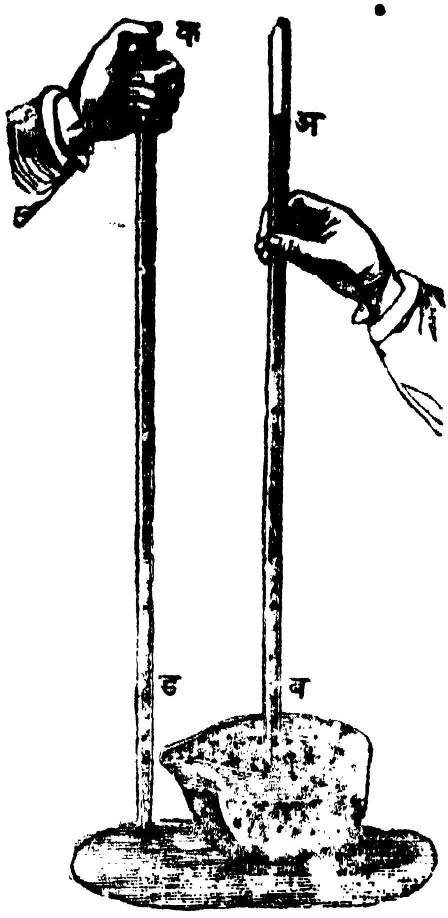
पेपको एक छेडेथी बीजे छेडे जाय अने पाछा आवे ते बंने वखत भुंगळीना एकेक छेडा आगळथी हवा बा'र निकळी जाय छे.

हवाबंबनुं आ छेक टुंकुं वर्णन आप्युं छे; अने एम मानी लीधुं छे के बनी शके तो शिक्षके वर्गना विद्यार्थीओने पोतानी जाते ए बंबनी रचना तपासवानो प्रसंग आपवो, एटले एक कलाक सुधी चोपडी वांचवाथी जेटलुं ज्ञान मळी शके ते करतां विशेष पांच मिनिटमां मळशे.

७० **भारमापक यंत्र**—आ प्रकरणना आगला भागमां जे वर्णन आप्युं छे ते वडे वातावरणनुं दबाणज मात्र साबीत थाय छे. हवे प्रश्न उठे छे के, आ दबाण केटलुं थाय छे ते साबीत करवा माटे कई रीतो योजेली छे?

गेलिलीओना एक शिष्य टोरीसेलिए १६४३ मां एक घणो से'लो प्रयोग कीधो हतो; एक छेडेथी बंध करेली अने बीजे छेडेथी खुल्ली एवी ३६ इंच लांबी काचनी नळीमां तेणे पारो भर्यो.

पछी खुल्ला छेडा **क** उपर पोतानी आंगळी दाबीने (आ. १४२) नळीने उथलावी नाखी अने पाराना प्यालामां तेनो नीचेनो छेडो डुबाव्यो; आंगळी लई लीधी के तरत



आ. १३२

पारो अ बिंदु सुधी नीचे उतरीने त्यां स्थिर रह्यो. क बिंदु मापवाथी जणायुं के प्यालामांना पारानी सपाटीथी ३० इंच छेटे हतुं.

पाराना आ स्तंभने नीचे उतरी जतो अटकावनार बळ, खरेखर, प्यालामांना पाराना पृष्ठ उपर थतुं वातावरणनुं अधःपीडन हशे के शुं तेनी खात्री करवानी इच्छा थवाथी पास्कले इ. स. १६४९ मां, टोरिसेलिनो प्रयोग ओवन पर्वतना एक शिखर उपर जईने फरीथी करी जोयो.

आ प्रयोगमां पाराना स्तंभनी ऊंचाई मात्र २७ इंच मालम पडी; बंने ऊंचाईमां फेर पडवानुं कारण, प्यालामांना पाराने नीचे दबावनार हवाना ओछा जथानुं वजन हतुं एम तेणे ठराव्युं.

इरोनेटस, जे समुद्रनी सपाटीथी २१, ४६० फूट ऊंचो गयो हतो ते कहे छे के त्यां पारो नळीनी अंदर १३ फूट ऊंचो र-

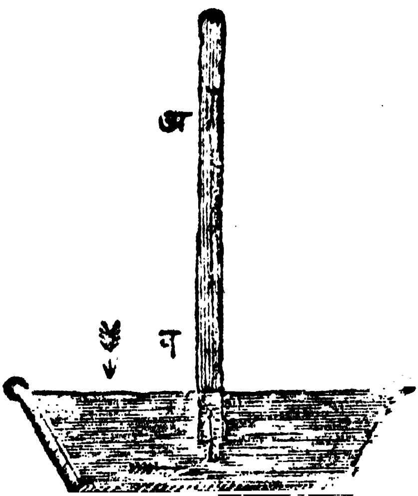
हे छे, अने वुलवर्हम्पटनना मेसर्स कोक्सवेल अने ग्लेशर २९,००० फूट ऊंचे गया हता ते कहे छे के एटली ऊंचाईए पारो मात्र ९$\frac{3}{4}$ इंच ऊंचो रहे छे.

त्यार पछी एक ३९ फूट लांबी नळीमां पाणी भरीने तेने एक पाणीनी टांकीमां उंधी राखीने ए प्रयोग अजमाववामां आव्यो हतो.

तेमां टांकीमांना पाणीनी सपाटी करतां नळीमांनुं पाणी ३४ फूट ऊंचे रह्युं हतुं.

हवे पाराना अने पाणीना सरखा परिमाणनुं वजन सरखावीए, तो पाणी अने पाराना स्तंभोनी ऊंचाई वच्चे जे प्रमाण छे, तेज प्रमाण एटले १३.६ आवे छे; ए उपरथी अनुमान थाय छे के पाराना ३० इंच ऊंचा स्तंभनुं, अथवा पाणीना ३४ फूट ऊंचा स्तंभनुं वजन, नळीना अंदरना क्षेत्रफल जेटला पृष्ठ उपर पडता वातावरणना दबाणनुं माप होवुं जोइये.

आ १३३.



हवे आ. १३३ मां नळीनुं अंदरनु क्षेत्रफल एक चोरस इंच, अने अ ब ऊंचाई ३० इंच ग-

णीए, तो स्पष्ट मालम पडे छे के ३० घन इंच पारो वातावरणना दबाण वडे ऊंचकाइ रहे छे; वातावरणनुं दबाण-प्रथम तो नीचेनी दिशाभां कार्य करे छे; अने द्रव पदार्थ सघळी दिशामां दबाण प्रसारी शके छे, माटे आ अधःपीडन चित्रमां तिरो वडे दर्शाव्युं छे ते प्रमाणे, ऊंचे पण जाय छे, अने वातावरणना ऊर्ध्वपीडन वडे ३० इंच पारानुं वजन नीचे आवतुं अटकी रहे छे.

आ ३० इंचना पाराना स्तंभने तोळीए तो तेनुं वजन १४·७ अथवा लगभग १५ पौंड थाय छे; एटले एक चोरस इंच उपर वातावरणनुं दबाण पण एटलुंज थाय छे.

आ उपरथी वातावरणनुं दबाण दर्शावनार उपकरणनुं नाम ठेरवेलुं छे.

आपणी भाषामां भार एटले वजन अने माप एटले मापवुं एवा बे शब्दो छे.

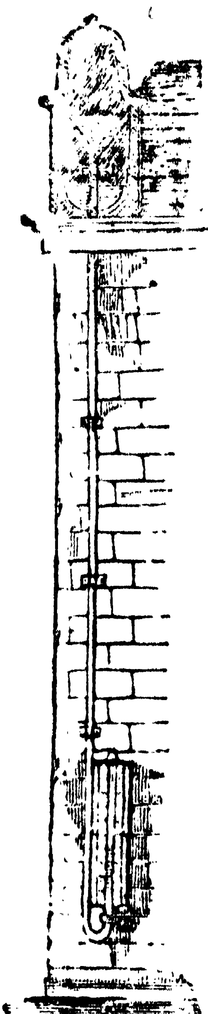
ए उपरथी **भारमापक** ए शब्द साधित थयो छे, अने ते वातावरणनुं दबाण अथवा वजन मापवाना उपकरणनुं नाम छे.

आगळ जणाव्युं छे के भारमापकमां भरवा माटे पाणी वापर्युं छे.

पासेना चित्रमां (आ १३४) एक घरनी दिवाल साथे सीसानी नळी जडेली छे, अने तेनी ऊंचाई लगभग ३५ फूट छे.

नळीने मथाळे एक सकावावाळी गळणी छे, ते पाणीनी टांकीमां गोठवेली छे.

आ. १३४



नळीनो नीचेनो भाग वांको वाळेलो छे, अने तेनी साथे एक काचनी नळी जडेली छे; ते लगभग ३ फूट लांबी छे, अने तेने अंकित करेली छे एटले तेनी उपर आंकडा मांडेला छे.

काच अने सीसानी नळीना सांधा आगळ पण एक सकावो छे.

एनुं कार्य आ प्रमाणे छे: नीचेनो सकावो बंध राखीने, सीसानी नळी भराय त्यांसुधी गळणीमां पाणी रेडे छे.

पछी मथाळेनो सकावो बंध करीने नीचेनो उघाडे छे एटले पाणी थोडुं नीचे उतरे छे, अने नळीने मथाळे थोडी जगा खाली पडे छे—अवकाश थाय छे.

पछी पाणीनी बेऊ सपाटीओ—छेडा—वच्चेनुं अंतर मापीए तो तेनी ऊंचाई दरियानी सपाटी आगळ १४ फूट थशे.

नळीनी नानी शाखा काचनी राखवाथी तेमां पाणी ऊंचुं नीचुं थाय ते मालम पडे छे, अने दररोज वातावरणना दबाणमां थतो फेरफार जणाया करे छे.

हवे **भारमापक** यंत्र शा शा उपयोगमां आवे छे?

पेलुं.—ते पर्वतोनी ऊंचाइनो अडसट्टो काढवामां वपराय छे; कारणके **पारानुं भारमापक यंत्र** समुद्रनी सपाटी आ-

नळ १० इंच ऊंचाई दर्शावतुं होय, तो कोई पर्वतोना शिखर उपर तेमांनो पारो ते करतां ओछी ऊंचाई दर्शावशे; केमके समुद्रनी सपाटी आगळथी वातावरणनी जेटली ऊंचाई छे ते करतां शिखर उपरथी ओछी छे, माटे ते ओछुं दबाण करे छे, अने तेथी भारमापकनी नळीमां पारो नीचो उतरे छे.

आपणे केटली ऊंचाईए गया छीए ते आ उपरथी बराबर नक्की करी शकातुं नथी; पण थोडी ऊंचाई सुधी दर ९०० फूट ऊंचाईए पारानो स्तंभ एक इंच नीचो उतरे छे ए हिसाबे गणत्री करीए तो झाझी भूल आवती नथी.

बीजुं.–भारमापक यंत्रनो बीजो अगत्यनो उपयोग ते जोया पछी, आवता चोवीस कलाकमां हवानी स्थिति लगभग केवी रहेशे ते नक्की करवामां थाय छे.

सुकी हवाना करतां पाणीनी वाफ साथे मिश्रित थयली हवा हलकी छे; माटे भारमापक यंत्रनी नळीमां पारो नीचे उतरेलो मालम पडे तो जाणवुं के हवामां पाणीनी वाफनो केटलोक भाग छे, अने तेनुं जो संहनन थाय तो वरसाद थया विना रहे नहीं.

गेनो पोताना 'सृष्टिशास्त्रमां' अवलोकन करीने ठरवेलो नीचेनो कोठो आपे छे:—

ऊंचाई.	हवानी स्थिति.
३१ इंच	वणी सुकी हवा.
३०$\frac{2}{3}$,,	शांत हवा.

३०$\frac{1}{2}$,, ...सुखाकारी निर्मळ—हवा.

३० ,, ...बदलाय एवी हवा.

२९$\frac{2}{3}$,, ...वरसाद अने पवन.

२९$\frac{1}{3}$,, ...पुष्कळ वरसाद.

२९ ,, ...तोफान.

वर्तमानपत्रोमां वांचवामां आवे छे के नैरुत्य खूणा तरफथी आवतो पवन वरसाद थवानुं चिह्न छे, अने इशान खूणा तरफथी आवतो पवन वरसाद उघडवानो पुरावो आपे छे.

नैरुत्य तरफनो पवन विषुववृत आगळना प्रदेशोमांथी आवे छे, ते मो'टा महासागरो उपर रहीने आवतां पुष्कळ आर्द्रता-(भेज) वाळो थाय छे, अने ते आर्द्रतानुं संहनन थवाथी वरसाद थाय छे.

अने इशान खूणेथी आवतो पवन चीन, तिबेट वगेरे मो'टा कोरा प्रदेशो उपर थईने आवे छे, तेथी तेमां जे आर्द्रता होय ते जुदी पडी जाय छे, माटे आपणे त्यां आवीने ते सुकवनारा वायुनुं काम करे छे.

छेल्लुं, **भारमापक यंत्रमांनो** पारो एकाएक ऊंचो च'डी जाय अथवा एकाएक नीचो उतरी पडे, तो ते अवश्य खराब हवानुं चिह्न समजवुं; कारणके एम थाय त्यारे कांई होवुं जोइये, नहीं तो वातावरण झपाटाबंध पाणीनी बाफथी भरपूर थतुं होवुं जोइये.

પ્રકરણ ૧૨ ના પ્રશ્નો.

૧ વાતાવરણનું દબાણ એટલે શું? વાતાવરણ પદાર્થપર દબાણ કરે છે એવું સાબીત કરો, અને તે કેટલું દબાણ કરે છે તે દર્શાવો.

૨ વાતાવરણ ઊર્ધ્વપીડન કરે છે એવું દાખલો આપીને સમજાવો; અને તે દબાણ કેટલું થાય છે તે જણાવો.

૩ ચોષકનું વર્ણન કરો; અને તે પથરો શા કારણથી ઊચકી શકે છે તે દર્શાવો.

૪ હવાબંબની આકૃતિ દોરો.

૫ પોલા વાસના તણખલાનો એક છેડો મોંડામાં રાખીને ચૂશીએ, અને તે વખતે તેનો બીજો છેડો પાણીમાં રાખેલો હોય તો પાણી ચ'ડીને મોંડામાં આવે છે તેનું કારણ શું?

૬ વાતાવરણનું ઊર્ધ્વપીડન દર્શાવવાનો એક પ્રયોગ વર્ણવો.

૭ નીચેનો પ્રયોગ સમજાવો: એક નળીને મથાળે આંગળી રાખીને તેનો નીચેનો છેડો થોડી શાહીમાં ડુબાવેલો છે ને નળીનો છેડો શાહીમાંથી કાઢી લઈએ ત્યારે શાહી નળીમાં રહે છે; પણ મથાળેથી આંગળી લઈ લઈએ ત્યારે શાહી નિકળી પડે છે.

૮ ભારમાપક યંત્રની નળીમાં પારો શા કારણથી ઊંચો રહે છે?

૯ ભારમાપક યંત્રને ઊંચા પર્વત ઉપર લઈ જઈએ ત્યારે તેમાંનો પારો નીચે ઉતરે છે તેનું કારણ શું?

૧૦ ભારમાપક યંત્ર શું દર્શાવે છે, અને તે શા કામમાં

આવે છે ?

૧૧ હવાની સ્થિતિને અનુસરીને તેના વજનમાં ફેર પડે એવું દાખલો આપીને સમજાવો.

૧૨ હવા—કાચ તરીકે ભારમાપકનું કાર્ય સમજાવો.

૧૩ ભારમાપક યંત્રમાંના પારાના એકાએક નીચે ઉતરવાને થોડા વખતમાં હવા ભેજવાળી થવાનું ચિહ્ન ગણવામાં આવે છે તેનું કારણ શું ?

૧૪ ભારમાપક યંત્રનું વર્ણન કરો; અને તે પર્વતોની ઊંચાઈ માપવા માટે કેવી રીતે વપરાય છે તે દર્શાવો.

૧૫ પાણીનું ભારમાપક યંત્ર એટલે શું ? તે બનાવવા માટે કેવડી નળી જોઇયે.

૧૬ ટોરિસેલીની નળી એટલે શું ? એનું વર્ણન વિસ્તારથી સમજાવો.

૧૭ માગદિબર્ગના અર્ધવતુલોનું આકૃતિ સહિત વર્ણન કરો. તેમના વડે કઇ જાતનું દબાણ સાબીત કરવામાં આવે છે ?

પ્રકરણ ૧૩.

વાતાવરણના દબાણના ઉપયોગ.

૭૧. પીચકારી—૭૨. નાલીયંત્ર—૭૩. ચોપકબંબ અથવા પાણી ચડાવવાનો બંબ—૭૪. પાણી ઉડાવવાનો બંબ—૭૫. ધમણ.

૭૧. **પીચકારી**—આ ઉપકરણ ઘણું જાણીતું છે, અને ઘણા છોકરાઓને તે વાપરતાં આવડે છે.

एनी रचना घणी सरळ छे; पोली भुंगळीनो एक छेडो पानळो बनावेलो होय छे; अने तेने बगीचामां छांटवो माटे वापरवानी होय तो ते छेडो चपटो बनावीने तेमां घणां झीणां काणां पाडेलां होय छे.

भुंगळीनी अंदर एक नक्कर पेपक होय छे, ते घणुंकरीने काच अथवा कोइ धातुना वेलन उपर चामडुं अथवा सुतर लपेटीने बनाववामां आवे छे.

पेपक भुंगळीना छेडा आगळ (आ. १३६) एटले अ आगळ होय, त्यारे पीचकारीमां पेपक अने क टांकीमांना पाणीना पृष्ट वच्चे मात्र थोडीज हवा रही शके छे.

तोपण, पेपकने भुंगळीना बीजा छेडा ब आगळ खेंची लइए के तरतज आ थोडी हवा प्रसरण पामीने आखी भुंगळी भरी नाखे छे; पण वायु प्रसरण पामे छे त्यारे पेलां जेटलुं दबाण करी शकतो नथी, अने तेथी भुंगळीमां रहेली हवानुं दबाण, टांकीमांना पाणी उपर थता वातावरणना उपली तरफना दबाण करतां ओछुं थाय छे.

त्यारे आ उपरथी शुं परिणाम आवशे ?

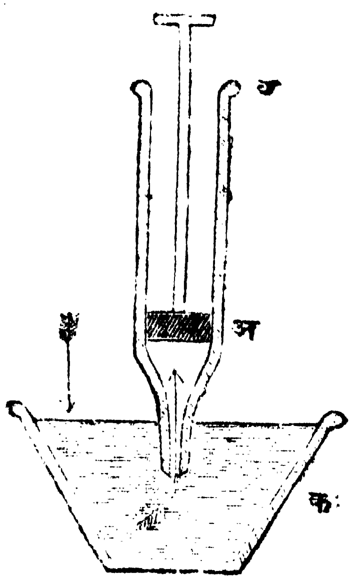
टांकामांना पाणी उपर बे बळो काय करे छे तेमांनुं एक बळ वधारे छे, माटे पाणी स्वाभाविक रीते मोटा बळनी दिशामां जवुं जोइये; तेथी ते वातावरणना दबाण वडे पीचकारीनी भुंगळीमां भराय छे.

पीचकारीने पाणीमांथी काढी लइए त्यारे तेमांनुं पाणी

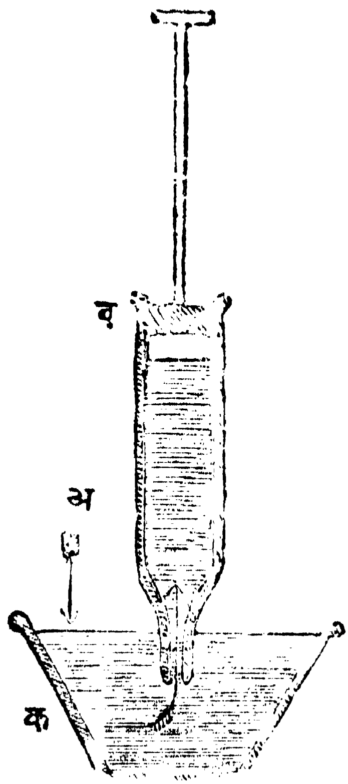
बा'र निकळी जवाने यत्न करतुं नथी, तेनुं कारण शुं?

अंदरना पाणीना वजन करतां वातावरणनुं उपली तरफनुं दबाण बहु वधारे छे, माटे पीचकारीना पेषकना दांडाने छेडे बळ लगाडीने तेने बा'र हडसेली कांडता सुधी ते भुंगळीमां झालाइ रहे छे.

आ. १३५



आ. १३६



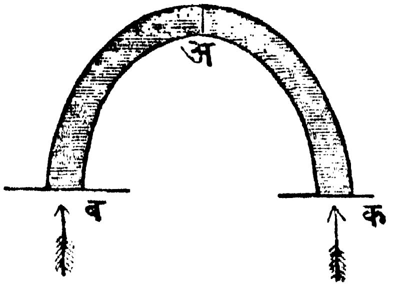
आ. १३५, अने १३६ मां पेषक भुंगळीना जुदा जुदा छेडा आगळ दर्शाव्यो छे, ते उपरथी पाणी अंदर दाखल थया अगाऊ अने दाखल थया पछी ते क्यां रहेवुं जोइये ते ध्यानमां आवशे; दरेक आकृतिमां ब तिर पाणीना पृष्ठ उपर

थता वातावरणना दबाणनी असर दर्शावे छे, अने ते पाणीने हडसेलीने भुंगळीमां चडावे छे.

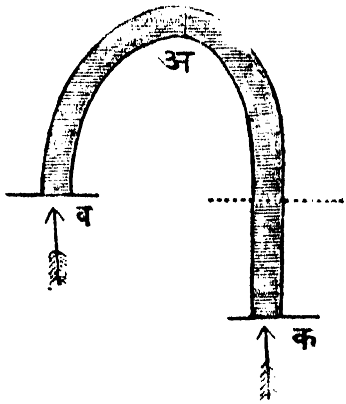
७२. **नालीयंत्र**–एक नळीने वाळीने तेना एक हाथ करतां बीजो लांबो राखवाथी **नालीयंत्र** बने छे.

एनो मुख्य उपयोग द्रवने ऊंची सपाटी उपरथी नीची सपाटी उपर लाववामां थाय छे.

आ. १३७



आ. १३८



एनुं कार्य समजवा माटे बे सरखा हाथवाळी काचनी **ब अ क** नळीमां (आ. १३७) पाणी भरवुं.

तेना उघाडा छेडा उपर जाडा कागळना कडका ढांकीने, तेने उलटावी नाखवी.

हवे, ए नळीनो बे' एक सरखो होय तो तेना बेने हाथमां बराबर पाणी रहे ए उघाडुंज छे.

माटे बेने छेडा सामे थता वातावरणना उपली तरफना दबाण वडे दरेक हाथमांनुं पाणी टेकवाई रहेशे.

हवे, आ. १३८ मां दर्शाव्या प्रमाणे नळीना हाथ सरखा

लंबाईना न होय, तो एक हाथमांना पाणीनुं वजन बीजा हाथमांना पाणीना वजन करतां वधारे थशे; अने वातावरणनुं उपली तरफनुं दबाण **क** आगळ होय तेटलुंज **ब** आगळ होय छे, तोपण लांबा हाथ **अ क** ना छेडा आगळथी पाणी बा'र निकळी जाय छे.

आनो खुलासो में'ज छे.

पाणी बा'र निकळी जतुं अटकाववा माटे, **अ क** हाथमां रहेला पाणीना वजन अने **ब** आगळ वातावरणना दबाण जेटलुं उपली तरफनुं दबाण **क** आगळ थवुं जोइये.

तेवीज रीते, पाणी बा'र निकळी जतुं अटकाववा माटे **अ ब** हाथमां रहेला पाणीना वजन अने **क** आगळ थता उपली तरफना वातावरणना दबाणनी बराबर वातावरणनुं उपली तरफनुं दबाण **ब** आगळ थवुं जोइये.

तोपण में'ज विचार करवाथी मालम पडशे के एक हाथ करतां बीजा हाथना छेडा आगळ वातावरणनुं उपली तरफनुं दबाण वधारे थाय तो पाणी झीलाइ रहे, पण ते प्रमाणे थतुं नथी.

माटे पाणी लांबा हाथमांथी बा'र वहे छे; कारणके तेमां रहेला पाणीनुं वजन टुंका हाथमां रहेला पाणीना वजन करतां वधारे होय छे, अने बेऊ हाथनी लंबाइमां जेम वधारे तफावत होय तेम ते वधारे झडपथी वहे छे.

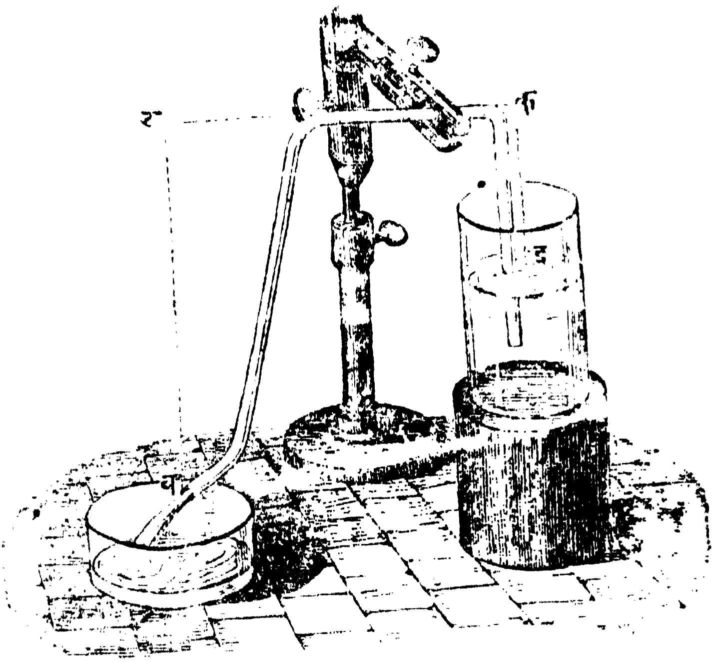
नालीयंत्रना—कायदे माटे घणा अगत्यना सवालो उठावी

શકાય છે.

પ્રશ્ન—આપણી મરજીમાં આવે તેટલી લંબાઈનું **નાલીયંત્ર** બનાવી શકાય કે નહીં ?

જવાબ—નહીંજ.

કારણકે નાલીયંત્રનું કાર્ય ચાલતું હોય ત્યારે શું થાય છે તેનો વિચાર કરવાથી ખાત્રી થશે કે અમુક હદ ઉપરાંત તે કાર્ય કરતું નથી. આ. ૧૩૯



આ. ૧૩૯ માં જોવાથી જણાશે કે પાણી નીચેના **બ** છેડામાંથી બા'ર વહે છે.

આમ થાય ત્યારે સ્વાભાવિક રીતે નળીના ઉપરના ભાગમાં જગા ખાલી પડે છે, તે જગા **ડ** ભુંગળીમાંના પાણી વડે પાછી ભરાય છે; પાણીના પૃષ્ઠ ઉપર થતા વાતાવરણના ઉપલી તરફના

दबाण वडे पाणीनो स्तंभ मात्र १४ फूट ऊंचो रही शके छे.

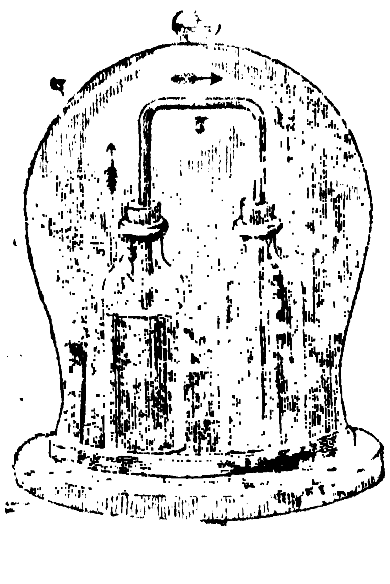
माटे क ड अंतर १४ फूट करतां वधारे होय, तो पाणी नळीना वांकमां जई शके एटलुं ऊंचुं नाना हाथमां चढशे नहीं.

बीजुं, **नालीयंत्रने** पर्वतना शिखर उपर, हवानी सांद्रता ओछी होय छे त्यां अजमावीए, तो वातावरणनुं दबाण ३४ फूट ऊंचा पाणीना स्तंभना वजननी बराबर थशे नहीं.

ए उपरथी एम जणाय छे के **नालीयंत्र** पर्वतना शिखर करतां समुद्रनी सपाटीनी नजीक सारी रीते काम करी शके छे.

नालीयंत्रना कार्य विषे जे हकीकत कही गया तेनी पुष्टि माटे नीचेनो रमूजी प्रयोग वर्गमां करवामां आवे छे.

आ. १४०



क अने **ड** एवी बे शिशीओना (आ. १४०) दाटामां थईने **इ** नालीयंत्रना छेडा तेमनी अंदर उतारेला छे.

एमांनी **क** शिशी लगभग आखी पाणीथी भरवामां आवे छे.

आ सघळी गोठवणने हवाबंबना **ब** ग्राहक नीचे गोठवता पेलां **अ** शिशीना बूचमां एक काणुं पाडवामां आवे छे.

ब ग्राहकमांनी हवा खाली थया पछी **ड** शिशीमां रहेली हवा तेना बूचमां राखेला काणामां थईने ग्राहकमां धशी जाय छे, अने बंचने बीजे धक्के बा'र निकळी जाय छे.

आ प्रमाणे **ब** शिशीमां वातशून्य थाय छे.

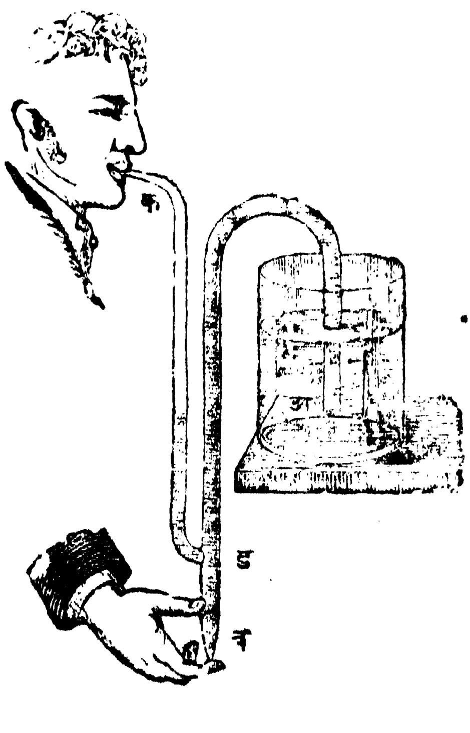
हवे **क** शिशीमांना पाणीनुं शुं थाय छे ते तपासो.

क शिशीमां रहेली हवा तेमांना पाणी उपर अध:पीडन करीने तेने नळीमां थईने **ड** वांकमां चडावे छे, अने त्यांथी **ड** शिशीमां हडसेली दे छे.

दरेक **नालीयंत्रमां** आवुंज कार्य थाय छे.

कोइ पण प्रकारे **ड** वांकने मथाळे वातशून्य करवामां आवे छे; ए वातशून्य तरतज पाणी अंदर धशी आववाथी भराई जाय छे, कारणके पाणी वातावरणना अध:पीडनने लीधे त्यां धकेलाय छे.

आ. १४१



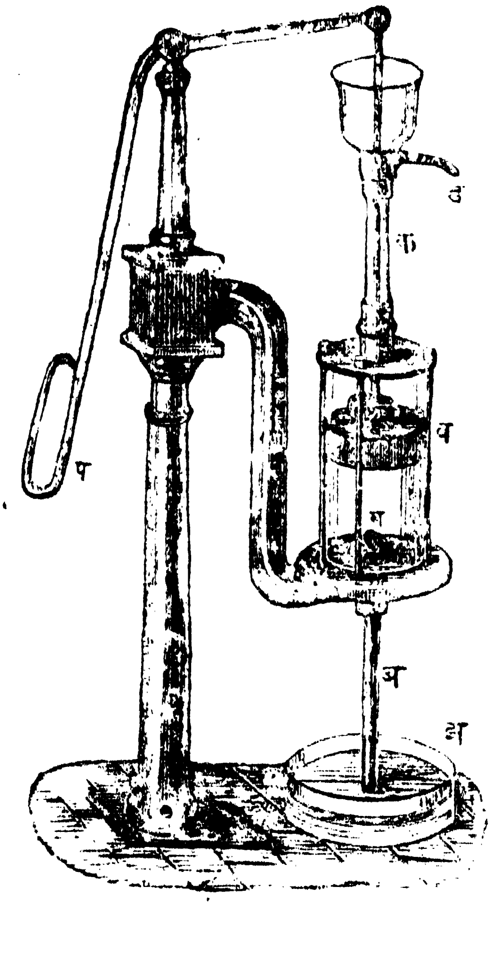
हमणा थोडां वर्षथी नालीयंत्रमां एक अगत्यनो सुधारो थयो छे. लांबा हाथ उपर **ड** आगळ एक चोपणनली (आ. १४१) **क ड** जोडेली छे.

नालीयंत्रनो **अ** छेडो पाणीना वासणमां मूकीने उपरनो **क** छेडो मोंमां राखवामां आवे छे.

पछी नीचेनो **ब** छेडो आंगळी वडे बंध करीने मोंडा वडे हवा चूसी काढीए त्यारे पाणी टांकीमांथी **अ** नळीमां चडे छे. अने तेना वांक उपरथी वही आवीने **क ड** शाखामां भराय छे.

आंगळी **ब** छेडा उपरथी खसेडी लईए के तरतज पाणीनी अखंड धारा चालू थाय छे, अने टांकीमांनुं पाणी **अ** छेडा सुधी नीचे उतरी जाय, त्यांसुधी रहे छे; अने **अ** छेडाथी नीचे रहेलुं पाणी खाली थतुं नथी.

आ. १४२



७३. चोपणवंब अथवा पाणी चडाववानो बंब—आ बंब इ. पू. १३० वर्ष उपर बनेलो केवाय छे, अने ते अरसामां एलेकझांड्रियाना प्रख्यात हीरोना शिक्षक तेसिबिअसे पाणी चडाववा माटे ते वापर्यो हतो.

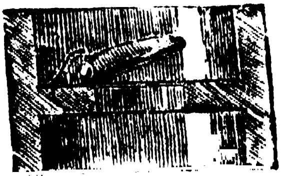
तेना मुख्य भाग चार छेः—पेलो, बंबनुं भुंगळुं. बीजो,

पेषक. त्रीजो, चोषणनली. चोथो, द्वारो.

आकृति १४२ मां एक काचना नळमां **व** पेषक छे, तेने आपणे भंभनुं भुंगळुं कहीए छीए.

अ चोषणनलीने मथाळे एक **स** द्वार छे ते उपर उघडे छे; तेमज पेषकनी अंदर एक **व** द्वार छे ते पण उपरज उघडे छे, अने पेषकना काणामां थइने उपर गयला पाणीने पाछुं नीचे आवतुं अटकावे छे.

आ. १४३



आकृति. १४३ मां **स** अने **व** द्वारनो मोटो देखाव दर्शाव्यो छे.

प हाथो छे, तेना वडे **क** पेषकदंडने गति आपवामां आवे छे.

पेली वखते **व** पेषकने मथाळे लइ जवामां आवे त्यारे पेषक अने भुंगळीना तळियानी वचमां वातशून्य अथवा खाली जगा थाय छे; माटे **व** चोषणनलीमां रहेली हवानी प्रसरणशीलताने लीधे ते हवा वडे **स** द्वार उघडे छे.

हवे, प्रसरण पामेली हवा ओछुं दबाण करे छे, माटे नळीनी अंदर थतुं हवानुं दबाण बाहेरनी हवाना दबाण करतां ओछुं होय छे.

आ उपरथी शुं परिणाम आवे छे?

उपर कहेला लखाणना तफावतने लीधे पाणी **झ** टांकामांथी **अ** चोषणनलीनी अंदर चडे छे.

पछी पेषकने पेली वखत नीचे उतारीए त्यारे **अ** नळीमांनी हवा जे **स** द्वार माटे भुंगळीमां आवेली हती तेनुं आकुं-

चन थाय छे, तेथी ते **व** द्वार उघाडीने पेपकनी उपरना भुंगळाना भागमां जाय छे, अने त्यांथी खुल्ली हवामां चाली जाय छे.

बीजी वखत पेपकने नीचो उतारीए त्यारे **स** द्वार बंध थई जाय छे, पण **व** द्वार उघडे छे, अने संकोच पामता पाणीने पेपकनी उपरना भुंगळाना भागमां आववा दे छे.

दरेक वखत पेपक उपर नीचे आव जा करे, त्यारे आ प्रमाणे थया करे छे, अने तेमां मुख्य वात ए छे के चोपणनळीनी लंबाई १४ फूट करतां ओछी होवी जोइये; कारणके वातावरण पाणीना स्तंभने ते करतां वधारे ऊंचे चडावी शकतुं नथी.

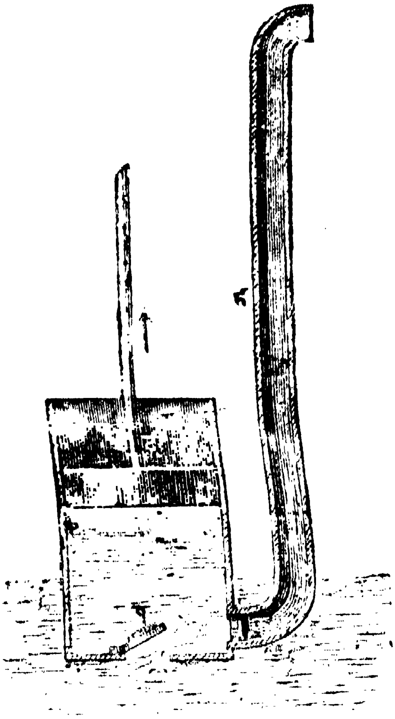
व्यवहारमां चोपणनळी हमेशां १४ फूट करतां टुंकी राखे छे, नहीं तो, भुंगळामां संपूर्ण वातशून्य थतुं नथी तेथी थोडी हवानो जथ्थो पाणीने नळीमां दाखल थतुं अटकावे छे.

एक बाबत खास ध्यानमां राखवानी छे, ते एके, **ड** नळीमां थईने जे पाणी बा'र निकळे छे ते पेपकना मथाळा उपर ऊंचकाईने पेपकनी साथे उपर आवे छे.

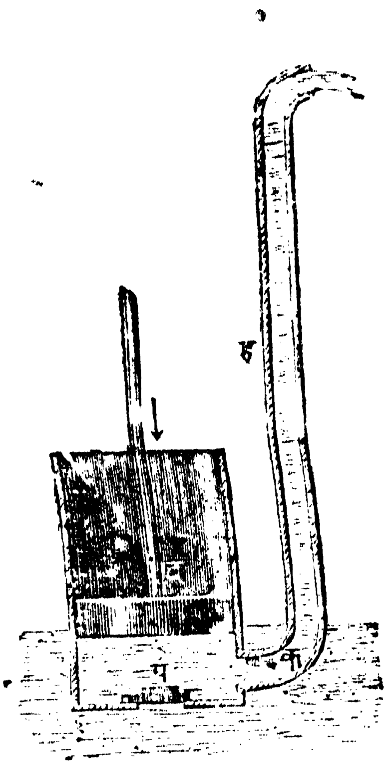
आ उपरथी ए यंत्रने पाणी च'डाववानो पंप कहे छे.

७९. **पाणी उडाववानो यंत्र**—जेवी रीते **चोपणयंत्रना** भुंगळामां पाणी च'डे छे तेवीज रीते आ यंत्रना भुंगळामां पण च'डे छे, पण भुंगळामां आव्या पछी तेना पेपक उपर दबाण करीए तेना प्रमाणमां पाणी कोई पण ऊंचाईए च'डी शके छे.

आ. १४४



आ. १४५



आ. १४४ मां नक्कर पेपक **द** ऊंचे चडे छे, त्यारे **प** द्वार उघडे छे, अने **क** द्वार **ह** नळीमां रहेली हवाना दबाणने लीधे बंध रहे छे.

आ. १४५ मां **द** पेपक नीचे उतरतो जणाय छे, तेने लीधे **अ** द्वार बंध थाय छे, अने **क** द्वार उघडे छे.

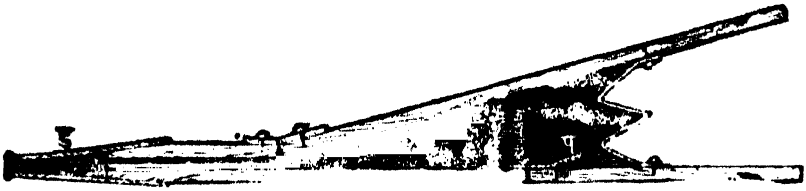
तेथी करीने पेपकदंडना अधःपीडनथी **ह** नळीमां पाणी ऊंचुं चडे छे.

माटे, **पाणी चडाववाना बंबमां** पाणीने चडवानी ऊंचाईनी हद होय छे, ते प्रमाणे **पाणी उडाववाना बंबमां**

होतो नथी; कारणके जेटलुं बळ लगाडवामां आवे तेना प्रमाणमां पाणी ऊंचे उडी शके छे.

७६. **धमण**—बीजुं एक उपकरण छे तेने विषे माहीती मेळववानी जरूर छे; कारणके तेनो बहु उपयोग थाय छे.

आ. १४६



तेनी रचना आ प्रमाणे छे:—बे लाकडानां पाटियां एक बीजा साथे चामडा वडे जोडीने (आ. १४६), नीचेना पाटियामां **क द्वार** राखे छे, तेमां थईने बा'रनी हवा अंदर आवे छे; उपरनुं पाटियुं मजागरा वडे जडे छे, तेथी ते ऊंचुं करी शकाय छे तेमज नीचे दबावी शकाय छे.

अंदरथी एक लो'डानी अथवा पीतळनी नळी **ड** जडेली होय छे तेने धमणनुं **मो'डुं** कहे छे.

हवे, मथाळेना पाटियाने ऊंचुं करे छे त्यारे **क द्वार** वातावरणना उपली तरफना दबाण वडे उघडे छे, अने बेऊ पाटियां वच्चेनी सघळी जगामां हवा भराई जाय छे.

पछी मथाळानुं पाटियुं नीचे दबाय त्यारे अंदरनी हवानुं आकुंचन थाय छे, तथा **क** द्वार बंध थाय छे, अने हवा **ड मो'डामांथी** जोरबंध बा'र आवे छे.

प्रकरण १३ ना प्रश्नो.

१. धमणनुं कार्य समजावो.

२. नालीयंत्रनी आकृति दोरो, अने तेनुं कार्य समजावो.

३. साधारण बंबना ढारनी आकृति दोरो.

४. नालीयंत्रना छेक ऊंचा बिंदु आगळ एक झीणुं काणुं पाडवाथी शुं परिणाम आवशे ?

५. एक पर्वतने मथाळे भारमापक यंत्रनी नळीमां पारो २५ इंच ऊंचो रहे छे; ते शिखर उपर चोपणनळीनुं कार्य केवी रीते चालशे ?

६. चोपणनळी वडे एक वासणमांथी बीजा वासणमां पारो लई जई शकाय के नहीं ?

७. पीचकारी केवी रीते बनाववामां आवे छे, अने तेमां पाणी केवी रीते भराय छे, ते समजावो.

८. पर्वतनी तळेटी आगळ पीचकारी जेवुं कार्य करे छे तेवुं ते पर्वतने मथाळे करशे के नहीं ?

९. चोषणबंब, अथवा पाणी चडाववाना बंबनी आकृति दोरो अने तेनुं वर्णन करो.

१०. पाणी उडाववाना बंबनी अने साधारण चोषण-बंबनी रचनामां शो तफावत छे ?

११. एक साधारण बंबनुं वर्णन करो; ते बंब वडे पारो केटलो ऊंचो चडावी शकाय ?

१२. पाणी उडाववाना बंबनी आकृति दोरो, अने तेना

कार्यनो नियम समजावो. तेना वडे पाणीनी अखंड धारा उडाववा माटे तेमां जे वधारो करवानी जरूर होय ते दर्शावो.

१३. चोषणनळी वडे एक वासणमांथी बीजामां कोई द्रव भरवा होय त्यारे कया मुख्य नियमो ध्यानमां राखवा जोइये ?

१४. पाणी उडाववाना यंत्रना पेप्प, हारो, अने, पातआ-ळप ना उपयोग समजावो.

१५. चोषणपंप ना कार्यनी अमुक हद होय छे. ते हद केटली छे ते समजावो.

१६. चोषणनळी चालू करवा माटे, हालमां जे सुधारा थया होय ते दर्शावो.

प्रकरण १४.

पदार्थना सामान्य अने विशेष धर्मो.

७६. सच्छिद्रता—७७. संपीड्यता—७८. स्थितिस्थापकता ७९. दृढता—८०. उद्वर्तनीयता—८१. सुघटनीयता—८२. ताडनीयता.

७६. **सच्छिद्रता.**—पे'ला प्रकरणमां पदार्थना **सामान्य** अने विशेष धर्मो विषे विवेचन करेलुं छे.

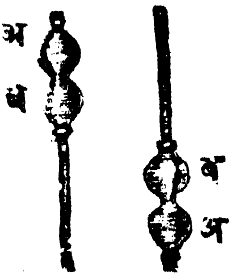
पण तेमां मात्र घन पदार्थना सच्छिद्रतानुंज वर्णन आप्युं छे. आ ठेकाणे एवुं दर्शाववुं छे के द्रव तेमज वायुओमां पण **सच्छिद्रता** छे. पाशेर पाणी अने पाशेर मद्यसार एक वासणमां मिश्र करीए तो तेनुं (मिश्रणनुं) परिणाम बे पाशेरा करतां ओछुं आवशे.

एनुं कारण शुं हशे ?

जवाब एटलोज छे के ए बेमांनो एक द्रव पे'लां बीजा द्रवनां **छिद्रोए** रोकेली जगामां भराई जाय छे.

कदाच नवा वांचनारने नीचेनो प्रयोग रमूजी लागशे.

आ. १४७



आ. १४७ मां दर्शाव्या प्रमाणे **अ** अने **ब** बे काचनी पोली दडीओ बनाववी, अने तेमने छेडे एकेक दांडी राखवी.

प्रथम नळी अने **अ** दडीमां पाणी भरवुं अने पछी एकली **अ** दडीमां मद्यसार भरवो. तेनुं मोंडुं बूच मारीने बंध कर्या पछी ए वासणने उलटावी नाखवुं, एटले मद्यसारने पाणीमां रहीने उपर आववानी जरूर पडशे, कारणके तेनुं विशिष्ट गुरुत्व पाणी करतां ओछुं छे.

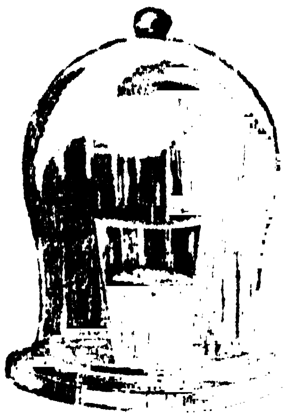
आ बे द्रव ज्यारे मिश्र थाय छे त्यारे पे'लांना जेटली जगा रोकता नथी.

द्रवना पृष्ठ उपरनो नळीनो केटलोक भाग खाली रहे छे ते उपरथी आ वात स्पष्ट मालम पडे छे.

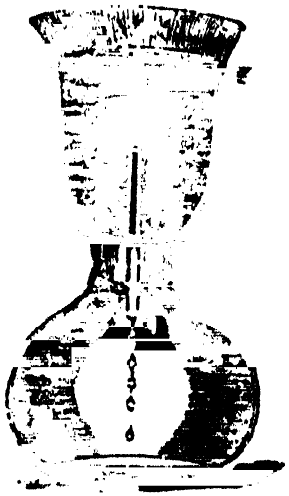
वळी द्रवो, हवा अथवा वायु चूशी ले छे ते उपरथी पण तेमनी **सच्छिद्रता** साबीत थाय छे.

एक जाम (आ. १४८) नी अंदर बीर अथवा एल नामनो पीवानो दारू भरी तेने हवाबंबना ग्राहक नीचे मूकीने ग्राहकमांनी हवा काढी नाखीए, तो तेमां भरेलो **द्रव प्रसरण**

आ. १४८



आ. १४९



पामे छे, अने तेना पृष्ठ उपर धोळा फीणना परपोटानो थर बंधाय छे.

ए फीणना परपोटा, ए द्रवमां रहेली हवा अथवा बीजा कोई वायु तेना पृष्ठ उपरथी बा'र निकळी जवानो यत्न करे छे तेने लीधे बंधाय छे.

एक जामनी अंदर पाणी भरीने (आ. १४९) तेने हवाबंबना प्राहक नीचे मूकीए त्यारे पण ए प्रमाणे बने छे. हवाना परपोटा पाणीने तळियेथी निकळीने पाणीमां रहीने पृष्ठ उपर आवता स्पष्ट नजरे पडे छे.

वळी, वायुओ सच्छिद्र छे ते एक चंबूनी अंदर दर्शावी शकाय छे.

चंबूने गरम करीए छीए त्यारे तेमां सुंदर आशमानी रंगनी बाफ भराई जाय छे.

आयोडीननी बाफ हवानां **छिद्रोमां** भराई जाय छे; कारणके आ वखते चंबूमां हवाने, तेमज नवी बनेली बाफने रहेवा माटे पे'लांना जेटलीज जगा छे.

घन पदार्थनी सच्छिद्रताना उपयोग तरीके साधारण कोल-

સાની ગળણીનું વર્ણન નીચે આપ્યું છે, કારણકે તે બહુ ઉ-પયોગી છે (આ. १४९).

કાચના **દ** પ્યાલાને તળિયે એક બૂચ બેસાડેલો છે અને તે બૂચમાં એક કાચની નળી **અ બ** ઉતારેલી છે.

એ કાચની નળીનો એક છેડો કોલસાની **ક** ચાકીની અંદર બેસાડેલો છે, અને બીજો **ઇ** ચંબૂની અંદર ઉતારેલો છે; ચંબૂના માથા ઉપર **દ** પ્યાલો છે.

કોલસાની ચાકી ઢંકાઈ જાય એટલું પાણી પ્યાલામાં રેડીએ ત્યારે તે કોલસાનાં **છિદ્રોમાં** થઈને નળીના **અ** છેડા આગળ જાય છે અને ત્યાંથી **બ** છેડા આગળ જઈને ચંબૂમાં પડે છે.

૭૭. **સંપીડ્યતા.**—આ ધર્મ વડે કોઈ પણ વસ્તુના ઉપર દબાણ કરવામાં આવે, ત્યારે તે જે પદાર્થની બનેલી હોય તે પદાર્થમાં બિલકુલ ઘટાડો થયા વગર તેનું પરિણામ અથવા કદ નાનું થઈ શકે છે.

આ. १५०



વાતભસ્ત્રી વડે (આ. १५०) વાયુની સંપીડ્યતાનું ઉદા-

હરણ દર્શાવી શકાય છે.

જાડા કાચના એક છેડેથી બંધ કરેલી કાચની **અ બ** નળીમાં ચામડાનો **ક** પેચક આવજા કરે છે.

આખી નળી હવાથી ભરેલી હોય, અને પેચકને એકદમ જોરથી દબાવી દઈએ, તો તેમાંની હવા સંપીડન પામે છે; અને એટલી બધી ગરમી પેદા થાય છે કે નળીના **બ** છેડા આગળ મૂકેલો કોયલાનો કડકો સળગી ઉઠે છે.

કોયલાને સળગવા માટે ૩૦૦° **શ.** ગરમી જોઇયે છે, તે ઉપરથી ખાત્રી થયા વગર રહેતી નથી કે જ્યારે કોઇ વાયુના ઉપર સંપીડન કરીએ ત્યારે તેનું ઉષ્મમાન ઘણું વધે છે.

છેલ્લું, કેટલાએક પદાર્થો એવા છે કે તેમનું **સંપીડન કરવું** બહુ મુશ્કેલ પડે છે; એ વર્ગમાં કાચ અને કેટલીએક ધાતુઓ છે. ખરૂ જોતાં, ઘન પદાર્થમાં **સંપીડ્યતા** બહુ થોડી હોય છે; અને દ્રવ જોકે પદાર્થમાં ઘન પદાર્થ કરતાં વધારે **સંપીડ્યતા** હોય છે તોપણ ઘણી ઓછી છે; અને વાયુની સંપીડ્યતા અથાગ છે, તે એટલી બધી કે સામાન્ય સ્થિતિમાં તેનું જે પરિમાણ હોય તે ઘટીને તેના ૧૦૦ મા ભાગ જેટલું થઈ જાય છે.

૭૮. **સ્થિતિસ્થાપકતા**—એ ધર્મ વડે કોઈ પણ વસ્તુનો બળ વડે બદલાયલો ઘાટ અથવા તેનું કદ, ફરીથી તેની અસલની સ્થિતિમાં આવી જાય છે.

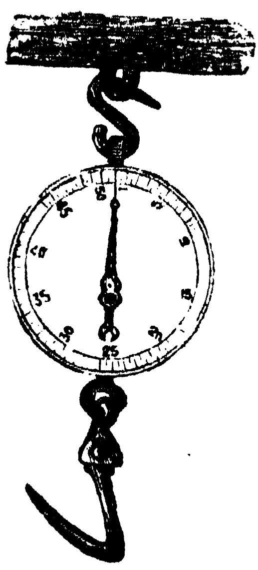
ઘણેભાગે ઘણાખરા ઘન પદાર્થમાં પ્રસરણ અને સંપીડન-ધર્મ કિંચિત્ માત્રજ હોય છે, તોપણ તેમાં સ્થિતિસ્થાપકતા

होय छे; जेमके (प्र. १. आ. ४ जूओ) एक हाथीदांत अथवा काचनो लखोटो शाही चोपडेली आरसपा'णनी तकती उपर ऊंचेथी पडतो मूकीए तो पाछो उछळे छे, अने तकती उपर एक गोळ धाबुं पडी रहे छे.

हवे, लापी अथवा भीनी माटीमां ए धर्म बिलकुल नथी, कारणके ए बेमांनी गमे ते वस्तुनो गोळो बनावीने जमीन उपर नाखीए तो तेनो जे भाग जमीनने अथडाय ते चपटो थई जाय छे.

२५२, हाथीदांत, अने लोखंडमां स्थितिस्थापकता बहु होय छे; तेमज पोलादने पाणी पाया पछी तेमां पण स्थिति स्थापकता घणी आवे छे.

आ. १९१



कमानकांटामां अने टपालमां मोकलवाना कागळो तोलवाना सांचामां, पोलादनी कमाननी **स्थितिस्थापकताने** लीधेज दर्शक कमानपट्टीना शून्य उपर पाछो आवे छे. बूच वडे शिशीनुं मोंडुं बंध करीए छीए त्यारे बूचनी **स्थितिस्थापकताने** लीधे ते शिशीना मोंडामां सज्जड बेसी रहे छे.

७९. **दृढता**—आ धर्म मात्र घन पदार्थोमांज होय छे. खरुं जोतां कोई पदार्थने ताणीने तना

अणु छूटा पाडवानो प्रयत्न करती वखते थतो प्रतिरोध ते दृढता छे.

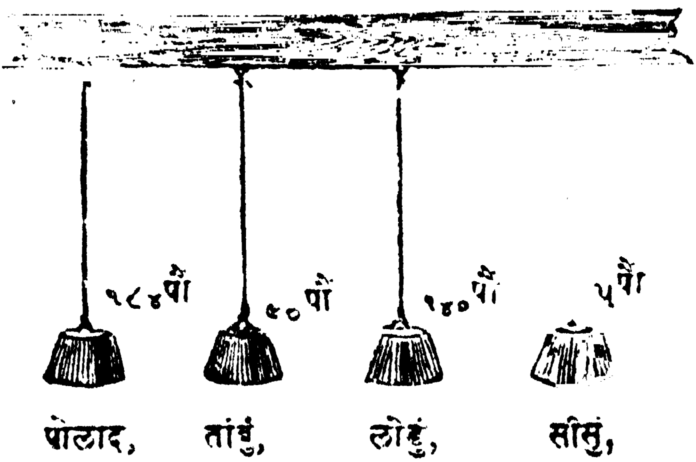
केटलाएक लेखक तेनी व्याख्या आ प्रमाणे करे छे.—पदार्थना अणुओनो एकबीजा साथे સજ્જડ ચેાંટી રહેવાનેા धर्म ते दृढता.

ए दर्शाववा माटे नीचेनो प्रयोग करवामां आवे छे:— एक सरखा व्यासना अने एक सरखी लंबाईना केटलाएक जुदी जुदी धातुना तार लेवा अने तेमने एक आडा साळिया जोडे लटकता बांधवा.

ते दरेक तारने छेडे वजन बांधीने तपासी जोईशुं तो मालम पडशे के जुदी जुदी धातुनो तार जुदा जुदा वजन वडे तूटी जाय छे.

आ उपरथी शी खात्री थाय छे? दरेक जुदी धातुना तारना अणु जुदा बळथी एकबीजा साथे बाझी रहेता नथी?

आ. १९२.



उदाहरण तरीके आ. १९२ मां પેાલાદનેા, ત્રાંબાનેા, લેાઢાનેા, अने सीसाने, मळीने

ચાર તાર દર્શાવેલા છે.

સીસાનો તાર ૯ પૌંડ વજન વડે તૂટી જાય એમ ધારીએ તો અનુક્રમે પોલાદનો તાર તૂટવા માટે १८४ પૌંડ, ત્રાંબાના તાર માટે ९० પૌંડ, અને લોંડાના તાર માટે १४० પૌંડ વજન જોઇયે.

આ પ્રયોગ ઉપરથી આપણને માલમ પડે છે કે ઉપરની ચાર ધાતુઓમાં પોલાદ વધારેમા વધારે અને સીસું ઓછામાં ઓછું દ્ઢ છે.

આવીજ રીતે જુદી જુદી જાતનાં લાકડાં સરખાવીએ, અથવા લાકડાંને કોઈ ધાતુ જોડે સરખાવીએ, તો માલમ પડશે કે એકના કરતાં બીજી વસ્તુ કેટલી વધારે દ્ઢ છે.

બોક્સવુડ નામનું લાકડું २१ પૌંડનું તાણ ખમી શકે છે, પણ તેટલાજ વ્યાસનો મેહોગાંની લાકડાનો કડકો ११ પૌંડના તાણ વડે તૂટી જાય છે, અથવા ફ્લાઇ ६ $\frac{1}{2}$ પૌંડના તાણ વડે તૂટી જાય છે.

વળી ભાગતી વખતે થતો પ્રતિરોધ તે વસ્તુના આકાર ઉપર, પણ આધાર રાખે છે.

એક સરખા વજનના ધાતુના નક્કર ભુંગળા કરતાં પોલું ભુંગળું ભાગતી વખતે વધારે બળની જરૂર પડે છે.

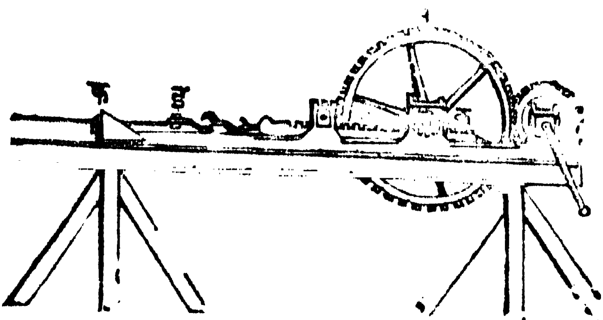
આ કારણને લીધે પ્રાણીનાં હાડકાં પોલાં હોવા છતાં તેઓ નક્કર હોય તેના કરતાં વધારે મજબૂત છે.

પોલાદની **દ્ઢતા**નો વ્યાવહારિક ઉપયોગ વહાણ ખેંચવામાં,

પૂળોને બાંધી રાખવામાં, અને ખાણમાંથી ભારે બોજો ખેંચી કા'ડવામાં વપરાતાં તારનાં દોરડાંમાં જોવામાં આવે છે. પો-લાદના તારનાં દોરડાં વાપરવાનું કારણ તેની મો'ટી **દૃઢતા છે.**

૮૦. **ઉદ્વર્તનીયતા**—તાર બનાવવા માટે એક પાટીમાં પાડેલા કાણામાં રહીને ધાતુને ખેંચવામાં આવે છે; અને તે કાણાવાળી પાટીને જતરડો કહે છે. (જૂઓ આ. ૧૬૩)

આ. ૧૬૩



માટે, પદાર્થ જે ધર્મ વડે ખેંચવાથી લાંબો થાય અને તૂટી જતો નથી તે ધર્મ **ઉદ્વર્તનીયતા છે.**

ધાતુઓમાં વધારે **ઉદ્વર્તનીય**, સોનું, રૂપું, તાંબું, અને, પ્લૅ-ટિનમ છે. હવે, **પ્લૅટિનમ** બીજી બધી ધાતુઓ કરતાં વ-ધારે ઉદ્વર્તનીય છે; કારણકે એ ધાતુના એવા તો બારીક તાર બને છે કે ૧૦૬૦ વાર લાંબા તારનું વજન માત્ર $\frac{3}{4}$ ગ્રેન-જ થાય છે.

એક લેખક **પ્લૅટિનમના** તાર વિષે જણાવે છે કે તે એટલા બધા બારીક થાય છે કે સૂક્ષ્મદર્શક વગર કદી જોઈ શકાતા નથી; અને બીજો લેખક કહે છે કે **પ્લૅટિનમના તાર**

करोळियानी जाळना तार करतां पण पातळा थाय छे.

वोलास्टने **प्लॅटिनमना** तार बनाव्या हता तेनो व्यास $\frac{1}{३००००००}$ इंच करतां वधारे नहोतो.

वळी, काच एटलो बधो उद्वर्तनीय छे के तेना पातळा तंतु बनावी शकाय छे अने ते खरेखरा तारनी पेठे फिरकी उपर लपेटी शकाय छे.

८१. **सुघटनीयता**—" माटीनां वासण बनाववाना कारखानामां" ए धर्मनो बहु वखत उपयोग थाय छे.

अमुक वस्तु **सुघटनीयछे** के नहीं ? ए सवाल घणी वखत उठे छे; मतलब के ते वस्तुना उपर दबाण करीने पछी खसेडी लईए त्यारे तेना उपर छाप रही शके के नहीं. ?

उदाहरण तरीके आपणे सिक्का लईए. तेनी बेऊ बाजू उपरनी छाप सादा कडकाने पोलादनी बे कठण अेडीओनी वच्चमां मूकी उपर पुष्कळ दबाण करवाथी पडे छे.

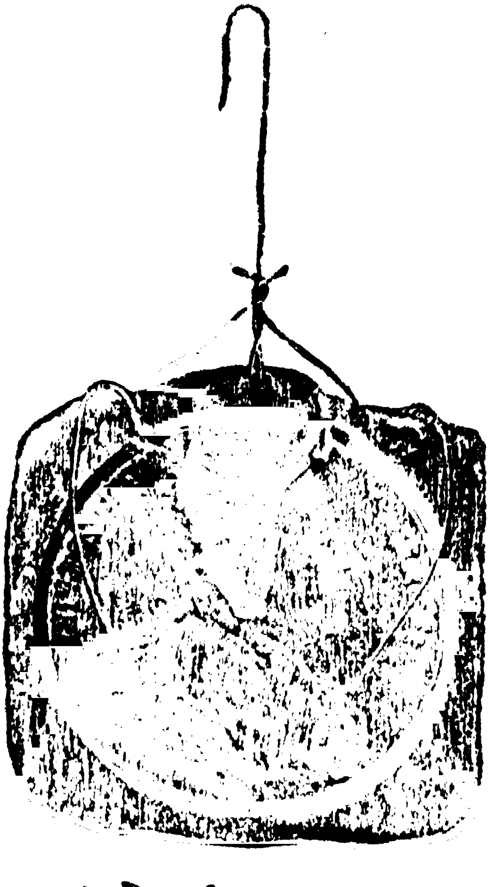
वळी धातुनी चांदानीओ पण गोळ पतरांने खूब दबावीने बनाववामां आवे छे.

रुपियाने अथवा चांदने सीसानां बे पातळां पतरांनी वचमां राखीने, तेना उपर भारे हथोडानो घा मारवाथी ए विषे विद्यार्थीओने समज पडशे.

सीसानां बंने पतरां उकेलीने तपासी जोवाथी जणाशे के रुपिया उपरनी छाप तेमना उपर पडी रहे छे.

८२. **ताडनीयता**—ए शब्दनुं मूळ शोधी जोवाथी माल-

આ. ૧૬૪



મ પડે છે કે એ ધર્મ તેને દર્શાવનાર ઉપકરણની સાથે સંબંધ રાખે છે.

"હથોડાનો" સંસ્કૃત શબ્દ મુદ્ગર છે, તે ઉપરથી મોગરી (તાડન કરવાનું અથવા ઠોકવાનું હથિયાર) શબ્દ થયલો છે.

માટે કોઈ પણ વસ્તુને હથોડા વડે ટીપીએ ત્યારે તેનાં પાતળાં પતરાં થવાનો જે **ધર્મ** તે **તાડનીયતા** છે.

સોનું ઘણુંજ **તાડનીય** છે કારણકે તેનાં $\frac{1}{300000}$ ઇંચ જાડાઈવાળાં પતરાં થઈ શકે છે.

આવાં પતરાંને સોનાના વરખ કહે છે, અને તેના એક

आ. १५५



चोरस इंचना कडकानुं वजन २०,००० ऑंस करतां पण ओछुं थाय छे.

घणां वरस पे'लां युनाइटेड स्टेट्समां आवेला पिट्सबर्ग शहेरथी लो'डाना पतरा उपर एक कागळ लखीने इंग्लांड मोकल्यो हतो, तेवां एक हजार पतरां एकेक उपर मूक्यां होय, तो तेनी थोकडीनी जाडाई मात्र एक इंच थाय; तेनी लंबाई ८ इंच अने पो'ळाई ५ ½ इंच, अथवा पृष्ठ ४४ चोरस इंच, अने वजन ६९ ग्रेन, आ प्रमाणे तेनुं माप हतुं.

त्यारे पछी लो'डाना वरख बनाववामां अमेरिका करतां वेल्स, अने वेल्स करतां स्टेफर्डशायर, अने स्टेफर्डशायर करतां

पाछुं वेल्स चंडियातु थयुं. अने छेवटे सर्वोत्तम अने पातळामां पातळा वरख आजसुधीमां स्वान्सीमां बन्या छे; ते एवा के १० इंच लांबा अने ५½ इंच पोंळा अथवा ५५ चोरस इंच पृष्ठना छतां वजनमां मात्र २० ग्रेन थाय छे.

एवी रीते कलईने टीपीने अथवा रोल वच्चे चपडीने, अथवा ए बंने क्रिया करीने तेनां $\frac{1}{10000}$ इंच जाडां पतरां बनाववामां आवे छे; ए पतरांने કલાઈના વરખ कहे छे.

छेलुं, પીતળ घणुं **ताडनीय** छे, अने तेना तैयार थयला वरख સોનાના વરખ जेवा देखाय छे; अने बीनअनुभवी माणसने ते ओळखवामां भूल थवानो घणो संभव छे.

आवा पीतळने वलंदी धातु अथवा चोख्खुं पीतळ कहे छे.

प्रकरण १४ ना प्रश्नो.

१. वादळी सच्छिद्र पदार्थ छे; एनो अर्थ शुं? वादळी करतां ओछी सच्छिद्रतावाळा त्रण पदार्थनां नाम आपो.

२. સ્થિતિસ્થાપક पदार्थ एटले शुं? पोलाद, काच, अने સીસાની स्थितिस्थापकता विषे तमे शुं जाणो छो?

३. छिद्रो एटले शुं?

४. द्रव पदार्थमां सच्छिद्रता छे? तमारो जवाब सिद्ध करो.

५. गळणी एटले शुं? एक गळणीनुं चित्र दोरीने तेना दरेक भागनुं वर्णन करो.

६. फटक—नळीनुं चित्र दोरो, अने तेनुं कार्य समजावो.

७. पाणीनी सच्छिद्रता शी रीते साबीत करशो?

८. संपीड्यता एटले शुं? आते संपीड्य अने दुस्संपीड्य पदार्थना दाखला आपो.

९. घन पदार्थनी स्थितिस्थापकतानी हद छे एवुं प्रयोग वडे सिद्ध करी बतावो.

१०. कोई पदार्थमां सच्छिद्रता छे एवुं क्यारे कहेवाय? त्रणेक सछिद्र पदार्थनां नाम आपो, अने तेमना बीजा धर्मो कहो.

११. जमीन उपर पछाडेलो दडो स्थितिस्थापकताने लीधे उछळे छे एवुं सिद्ध करो.

१२. उद्वर्तनीय अने स्थितिस्थापक ए शब्दोनो अर्थ समजावो.

१३. वधारे ताडनीयता अने उद्वर्तनीयता वाळा पदार्थनां नाम आपो.

१४. सुघटनीयताना धर्मनो शो उपयोग थाय छे?

१५. दृढता एटले शुं? वधारे दृढतावाळा त्रण पदार्थनां नाम आपो.

१६. पीतळ, लोढुं, पोलाद, अने सीसाने तेमनी दृढताना प्रमाणमां गोठवो.

१७, **ताडनीयता**ना व्यावहारिक उपयोगना बे दाखला आपो.

१८. सोनाना वरख, वलंदी धातु (चोख्खुं पीतळ) अने कलाईना वरख कोने कहे छे?

१९. सागना लाकडामां वधारे दृढता छे के देवदारमां ?

२०. यातबस्तीनी आकृति साथे तेनुं वर्णन करो, ते शुं दर्शावे छे ?

प्रकरण १५ मुं.

काळनुं माप अने गति.

८३ काळ मापवानी प्राचीन रीतो: छाया यंत्र—८४ पाणीनुं घडियाळ—८५ कलाकनी शीशी—८६ बत्तीनुं घडियाळ—८७ चक्रनुं घडियाळ—८८ नानुं घडियाळ—८९ दिवस—९० अठवाडियुं—९१ मास—९२ वर्ष—९३ वेगनुं माप.

८३ काळ मापवानी प्राचीन रीतो:—छायायंत्र—दिवस अने रातना स्वाभाविक भागथी संतोष न पामतां, झाडो अने खडकोना पडछायानी लंबाई तथा दिशामां थतो फेरफार माणसे घणा जूना वखतथी ध्यानमां राखेलो होवो जोइये.

जेवी जेवी जरूर पडे तेवी तेवी योजना करनार माणस मळी आवे छे; अवलोकनबुद्धिने प्रेरवाथी पेहेलवेहेलुं काळ मापवानुं साधन—**छायायंत्र**—बन्युं छे. एनी छेक प्राचीन तवारीख राजमालाना बीजा पुस्तकना प्रकरण २२ ना ११ मा श्लोकमां छे; तेमां जणाव्युं छे के आइझाया नामना भविष्यवेत्ताना कहेवाथी (इ. स. पू. ७४२) हेझेकाइअ नामना राजाना छायायंत्रना चांद उपर पडछायो १० अंश नीचे गयलो

ते परमेश्वरे ૬૨। अंश। पाछो खसेडी आण्यो.

अंश शब्द पद माटे होवो जोइये. कारणके एवुं मानवामां आवे छे के राजाना महेलनी बा'र एक थांभलो हतो, तेनो पडछायो पगथियांवाळा रस्ता पर पडतो, ते परथी दिवसनो वखत मपातो.

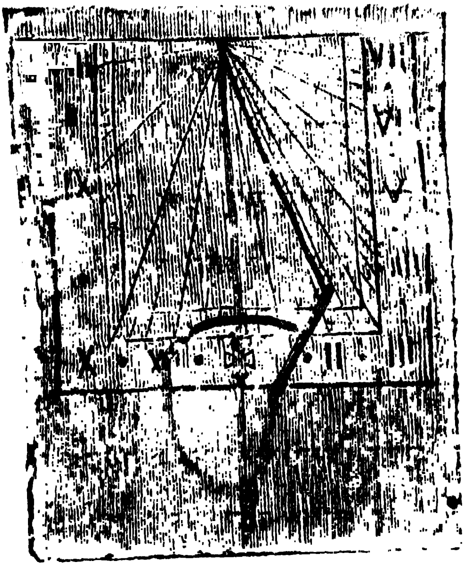
मिसरमां वखत मापवा माटे मिनारा अने थांभला वपराता.

मिसरना उपला प्रदेशमां हाल ए करतां पण जूनी रीत वखत मापवा माटे वपराय छे; ते लोको खुल्ली जगामां एक ताडनो सोटो उभो रोपी राखे छे, अने तेनी आसपास पथरा गोठवीने एक वर्तुळ बनावे छे, तेथी एक जातनो घडियाळनो चंदो बने छे. तेना उपर पेला ताडना सोटानो पडछायो पडे छे ते परथी दिवसनो वखत जाणवामां आवे छे.

खेडूत हळे जोडेला बळदने चासमां उभा राखीने तेना पडछायाथी बनता घडियाळ वडे काम बंध करवानो वखत नक्की करे छे.

शीखाउ विद्यार्थी हवे प्रश्न करशे के छायायंत्र एटले शुं? एनो टुंको जवाब पडछाया उपरथी वखत जाणवानुं घडियाळ छे; पण ए पडछायो कांई झाड, थांभला के कोई मकाननो नथी; एक सपाटी लगभग बे चोरस फूटनी तैयार करेली होय छे, अने तेनी साथे कोई पण खूणो करे एवो लो'डानो दांडो उभो करेलो होय छे, तेनो पडछायो पेली सपाटी पर पडे छे.

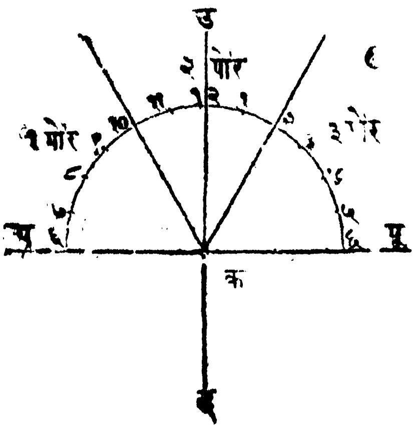
ચંદા ઉપર નિયમિત અંતરે આંકડા પાડેલા હોય છે, તેમના પર એક પછી એક અનુક્રમે આવતા કલાકે પડછાયો પડે છે. આ. ૧૫૬



વર્ગમાં પ્રયોગ કરી દર્શાવવા માટે કાગળના તાવ ઉપર એક અર્ધવૃત્ત દોરવો.

અર્ધવૃત્તના કેન્દ્ર **ક** આગળથી બે રેખાઓ એક બીજાને કાટખૂણે દોરવી, અને પ્રકારનાં ચારે બિંદુઓ, ઉત્તર, દક્ષિણ, પૂર્વ, અને પશ્ચિમમાં આવે એવી રીતે રાખવાં.

આ. ૧૫૭



ક કેન્દ્ર આગળ કાગળ સાથે અમુક ખૂણો કરે એવી રીતે એક પેન્સિલ મૂકવી. (એ ખૂણો તે જગાના અક્ષાંશ છે તે બાબત હાલ આપણે તપાસવાની જરૂર નથી)

ए प्रयोग सवारे दश वागे करवामां आवे, तो ते वखते सूर्य दक्षिणनी पूर्वमां होवाथी पडछायो उत्तरनी पश्चिममां पडशे. बपोरे बार वागे सूर्य दक्षिणमां होवाथी पेन्सिलनो पडछायो उत्तर तरफ पडशे.

एवीज रीते ए प्रयोग सांजना बे वागे करीए, तो ते वखते सूर्य पश्चिम तरफ जतो होवाथी पडछायो उत्तरना पूर्व भागमां पडशे.

लंडनमां अने "सातचंदामां" रहेनारा छोकराओने तेनुं नाम सांभळीने आश्चर्य लागे छे.

असल 'सातचंदा' सेंट–जाइल्स–इन–धी–फील्ड्सना लत्तामां एक स्थंभ हतो; अने ते जुदा जुदा सात मो'ल्ला-ओनां नाकां एक जगाए आववाथी थता खुल्ला चकलाना मध्य भागमां उभो करेलो हतो.

ते स्थंभने सात बाजूओ हती, अने दरेक बाजू पर एकेक चोरस फूटनो एकेक चंदो हतो. दरेक चंदामां तेनी सामेना मो'ल्लानुं नाम लखेलुं हतुं.

ए 'सातचंदा' स्थंभना पाया नीचे द्रव्यनो मो'टो खजानो छे एम धारीने इ. स. १७७३ मां तेने खोदी का'ड्यो, पण तळियेथी कांई मळ्युं नहोतुं.

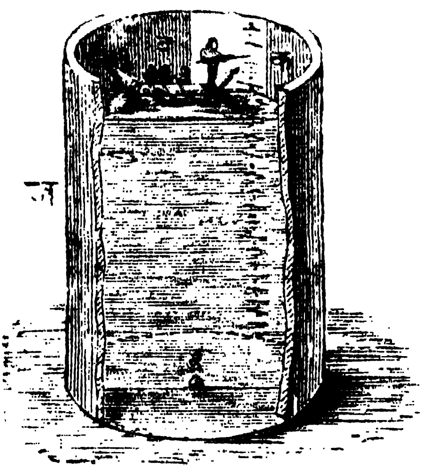
हाल ए स्तंभने टेम्स नदी उपरना वोल्टम शे'र पासे आवेला लीला मेदानमां वेब्रिज नजीक दाटेलो छे.

८४. **पाणीनुं घडियाळ**–इस्वी सननी शरूआत पे'लां

घडी अथवा पाणीनां घडियाळ वपरातां हतां. सूर्य हमेशां प्रकाशतो नथी, तेथी वही जतो वखत मापवाने ए योजना शोधवानी जरूर पडी.

मिसरनिवासीओ पाणीना प्रवाह परथी वखत मापतां शीख्या; अलेक्झांड्रियाना एक हजामना छोकरा टेसिबियसे इ. स. पू. २५९ मां पाणीनुं घडियाळ बनाव्युं. तेणे एक पाणीना वासणने तळिये काणुं पाड्युं; तेमांथी पाणी धीमे धीमे निकळतुं ते परथी वखत मालम पडतो.

आ. १९८



आ. १९८ जोवार्थी ए योजननो कांईक ख्याल आवशे. **अ** पाणीना वासणमां एक नानी होडी तरती रहे छे, अने तळियेथी पाणी जेम जेम निकळतुं जाय छे, तेम तेम वासणनी बाजू उपर मांडेला कलाकना आंकडा होडी उपर जडेलां हलेसां वडे मालम पडे छे.

मिसरदेशमांथी **पाणीना घडियाळनी** युक्ति प्लेटो नामनो विद्वान ग्रीसमां लइ गयो; तेणे पोताना मेळे एक घडियाळ बनाव्युं, तेमां कलाकना टकोरा वागवाने बदले वांसळी वागती हती.

ग्रीक लोको ए घडियाळनो सारो उपयोग करता; न्यायनी अदालतोमां जुदा जुदा वकीलोनां भाषणो माटे वखत नक्की करवा माटे तेओ आ घडियाळ वापरता.

जुलियस सीझरे इ. स. पू. ९९ मां ग्रेटब्रिटन उपर च'डाइ करी त्यारे ते देशमां एक जातनुं **पाणीनुं घडियाळ** वपरातुं हतुं ते परथी तेनी खात्री थई के उनाळानी रात इटली करतां ग्रेटब्रिटनमां टूंकी होय छे.

गीफर्ड पोताना 'फ्रान्सना इतिहास'मां शार्लमेन राजाना घडियाळनुं वर्णन नीचे प्रमाणे दर्शावे छे:—

' पण सौथी विशेष आश्चर्य पमाडनार एक पाणीनुं घडियाळ हतुं. ए घडियाळना चंदा उपर ना'नां ना'नां बार बारणां हतां ते कलाक दर्शावतां, अने प्रत्येक कलाके तेमांनुं एक पछी एक बारणुं अनुक्रमे उघड्या जतुं, तथा जेटलामो कलाक होय तेटली लखोटानी संख्या निकळती; अने तेमांनो दरेक लखोटो सरखा अंतरे एक पीतळना ढोल उपर पडतो.'

'जेटलामुं बारणुं उघाडुं होय, ते नजरे जोवाथी कलाक मालम पडतो; अने लखोटा अथडावाथी ढोलनो अवाज थतो ते सांभळवाथी पण तेमज थतुं.'

' ज्यारे बार वागे त्यारे दरेक बारणामांथी एकी वखते (बार) एकेक घोडेस्वारनुं पुतळुं निकळतुं; अने चंदानी आसपास फरीने बारणां बंध करी देतुं.'

८९. **रेतीनुं घडियाळ** (शिशी).—पाणीनां घडियाळ पछी थोडा वखतमां कलाक मापवानी एक बीजी नवी युक्ति निकळी; अने तेनुं मान अलेक्झांड्रीआ शहेर धरावे छे. ए युक्ति **रेतीनुं घडियाळ** अथवा कलाकनी शिशी छे. रेती व्यवस्था प्रमाणे राखी होय, तो पाणीना करतां वधारे नियमित रीते गळे छे.

आ. १९९ मां ए घडियाळ दर्शाव्युं छे. तेमां काचनी बे पोली दडीओनां मो'डां बहु सांकडां बनावीने एकबीजा साथे जोडेलां होय छे. एक दडीमां रेती भरे छे. पछी तेने ऊंधी राखे छे अने ते रेती गळतां जे वखत लागे ते नोंधवामां आवे छे.

आ. १९९



पे'लवे'लां एकेक कलाकनां रेतीनां घडियाळ बनतां हतां; पण हवे तो त्रण मिनिट सुधीनां पण बने छे.

रेतीनुं घडियाळ घणुं प्रख्यात छे. कारणके ते ताल पडेला, वांका अने रूप अपायला वृद्ध काळ (वखत) पितानुं बाळक छे. अने घणा जूना वखतथी कविओए तेनी प्रशंसा करेली छे. पण अफसोस ! हवे तो मात्र साधारण बबरचीओज तेनो उपयोग करे छे; अने रसोइआने याद रहेवा माटे घडियाळना टकोरा वागे छे तेथी तेओ तेनो उपयोग करता नथी.

८६. **मीणबतीनुं घडियाळ.** प्राचीन काळना लोकोए वखत मापवानी जे जे युक्तिओ करेली, तेमां मीणबत्तीनां घडियाळ पण हतां.

आसर नामनो इतिहास लखनार जणावे छे केः—महान् आल्फ्रेडने राज्य छोडीने पोताना देशमां संताई रहेवुं पडेलुं, त्यारे तेणे प्रतिज्ञा करेली के राज्य पाछुं मळे तो ½ वखत ईश्वरभक्तिमां गाळवो.

ए प्रतिज्ञा तेणे राज्य मळ्या पछी पाळी. दिवसना ८ कलाकमां ते धर्मनां कामो करतो, बीजा ८ कलाकमां राजकीय कामो करतो, अने बाकीना ८ कलाकमां उंघ, अभ्यास, अने बीजां व्यावहारिक कामो करतो.

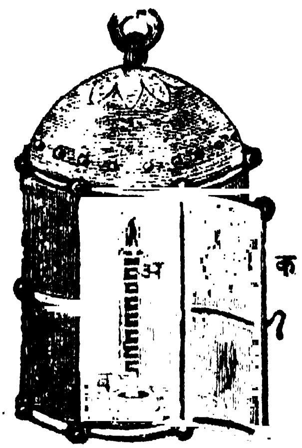
वखतना बराबर भाग पाडवा माटे तेणे नीचेनी युक्ति वापरीः—प्रथम तेणे ७२ पेनीवेट मीणनी ६ सरखी मीणबत्तीओ तैयार करावी, ए दरेक मीणबत्तीनी लंबाई १२ इंचनी हती; अने तेना उपर इंचना आंकडा मांडेला हता.

एक इंच मीणबत्ती २० मिनिट सुधी चालती हती. अने आखी मीणबत्ती ४ कलाक चालती हती; ते उपरथी ते राजा वखत प्रमाणे पोतानुं काम करतो.

६ मीणबत्तीओ २४ कलाक चालती, अने तेनी बराबर संभाळ राखवा तथा मोगरा कापवा माटे बे साधुओने बेसाडी राखवामां आवता हता. ते वखत मोगरा कापवानुं साधन मात्र आंगळीओज हती. जे झुंपडामां राजा रहेतो, तेनी

बारीओ अने बाकोरांमांथी पवनना सपाटा आवीने मीणब-त्ती झडपेथी बळी जती, अथवा ज्योत वांकी वळवाथी बाजू उपरनुं मीण पीगळीने वही जतुं हतुं; ते अडचण दूर करवा माटे स.फेद शींगडानी एक पातळी पारदर्शक चीप बनावी, अने मीणबती मूकवाना लाकडाना घरनी एक बाजू उपर जडी. आवा प्राथमिक फानसमां सघळी ऋतुओमां तेनी मी-णबत्तीओ नियम प्रमाणे बळती हती.

आ. १६०



८७. चक्रवाळां घडियाळ.

—चक्रवाळां घडियाळ क्यारथी थयां, अने प्रथम कोणे बनाव्यां ते नक्की जणायलुं नथी.

एटलुं तो नक्की छे के—इस्वी सनना अगियारमा सैकामां यूरोपखंडना साधुओना मठमां वजन अने चक्रोथी चालतां घडियाळो वपरातां हतां.

'जेने हमणां घडियाळ कहे छे, तेने असल घटिकायंत्र कहेता, अने कलाक जणावा माटे वगाडवामां आवता घंट उपरथी हालनुं घडियाळ नाम प्रसिद्ध छे.

इ. स. १३६९ मां त्रीजा एडवर्ड राजाना वखतमां वेस्टमिन्स्टरमां घंटनो मिनारो हतो.

घडियाळना इतिहासमां एक अगत्यनो शोध आन्दोलकनो

छे. प्रख्यात खगोळवेत्ता गेलिलीओ इ. स. १५८२ मां देवळमां बेशीने तेना घूमटमांथी सांकळ वडे लटकावेलो दीवो शा कारणथी झोका खाय छे; ते विषे विचार करतो हतो. ते उपरथी आन्दोलकनो शोध थयो छे

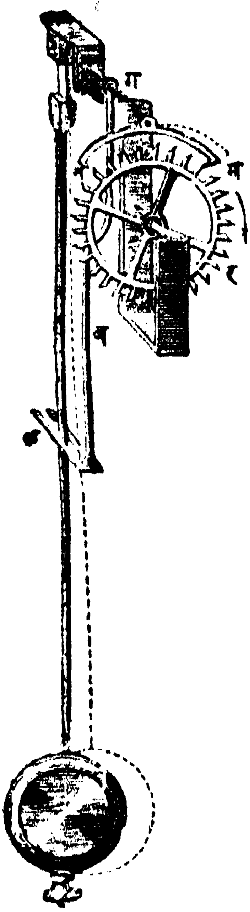
तेणे जोयुं के दीवाना झोक (एक तरफथी बीजी तरफ जवुं आववुं.) ना'ना होय के मो'टा होय तोपण सरखा वखतमां थाय छे. अने ए अगत्यनी बाबत पोतानी नाडीना धबकारा उपरथी नक्की करी.

पाछळथी तेणे शोधी का'ढयुं के आन्दोलकनो दांडो जेम टूंको होय, तेम तेना આન્દોલન अथवा झोकने ओछो वखत लागे. लंडनना अक्षांश उपर ३९$\frac{1}{3}$ इंच लांबुं आन्दोलक १ सेकंडमां १ आन्दोलन करे छे; पण तेने विषुववृत्त आगळ लई जवामां आवे, तो ते ना'नुं थाय छे; अने ध्रुव आगळ मो'टुं थाय छे.

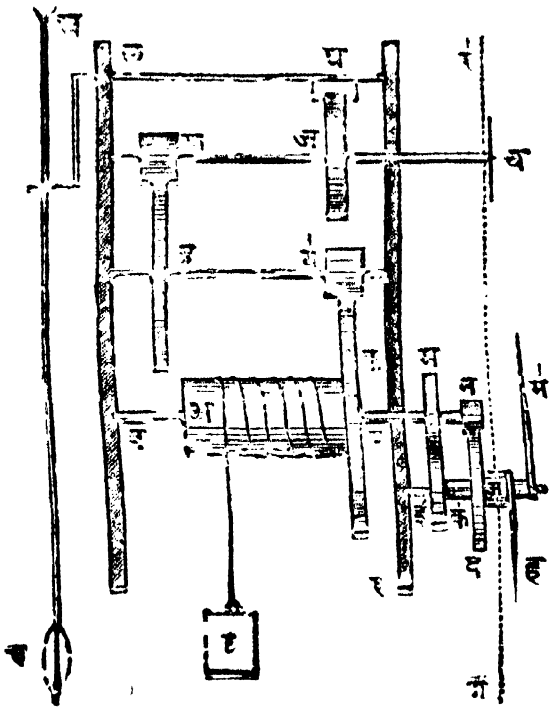
आन्दोलक जे धातुनुं बनावेलुं होय तेनो पण विचार करवो जोइये. धातुना आन्दोलक करतां लाकडानुं आन्दोलक सारुं गणाय छे. कारणके ઉષ્મા अने शीत ने लीधे धातुઓना जेटलुं લાકડું फूलतुं नथी, अने संकोचातुं पण नथी.

घडियाळना यंत्रण विषे विचार करतां आन्दोलक, वजन, अने चाल नियमित राखनार भागनो (एस्केपमेन्ट) जुदो जुदो विचार करवो जोइये; कारणके ए भाग मुख्य छे.

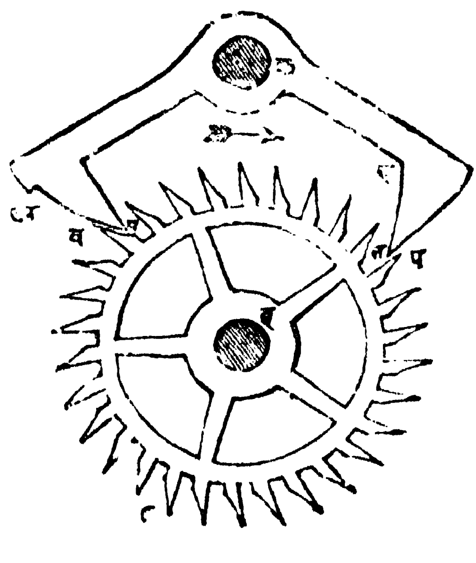
आ. १६१



आ. १६२



आ. १६३



आ. १६१ मां प आन्दोलक छे, तेनी बंने बाजूए अ चीपीओ आवेलो छे; ते चीपीओ उभा ब सळियानो एक भाग छे, अने

ए ब सळियो ग धरी उपर जडेलो छे, अने ते धरी आगळ पाछळ झोका खाय छे..

ए धरी उपर एक धातुनो कडक्को जडेलो छे; तेना बे छेडा अ अने ब (आ. १६३) वडे अ म अने ब न कानाओ बनेला छे. इ प व चक्र जातेज (एस्केपमेन्ट) गति नियमित करनार भाग केहवाय छे.

आ. १६२ मां जे चक्रनो समूह दर्शाव्यो छे, ते આન્દો-લકને गतिमां राखे छे.

आ आकृतिमां एक व वजन सांकळ वडे लटकावेलुं छे, अने ते सांकळ अ धरी उपर लपेटेली छे; धरी वजन नीचे उतरे छे तेनी असरने लीधे ते फरवानो यत्न करे छे. अ धरी उपर क चक्र जडेलुं छे, ते पण धरीनी साथे फरे छे. अने तेना संबंधमां आवेला नाना ग चक्रने गति आपे छे. ग अने इ चक्रो एकज धरी उपर जडेलां होवाथी इ चक्र वडे फ चक्रने गति मळे छे. हवे जे धरी उपर फ चक्र छे तेज धरी उपर गति नियमित राखनार चक्र ज पण जडेलुं छे.

आ उपरथी जणाय छे के व वजन क थी ज सुधीना चक्रसमूहने गतिमां राखवा यत्न करे छे.

आ ठेकाणे गति नियमित राखनार चक्रनो आ सघळां चक्रोनी गति नियम प्रमाणे राखवामां उपयोग करवामां आवे छे. आ. १६१ मां आन्दोलक प बंने स्थितिमां दर्शाव्युं छे. एक म कानो दांताने लागू होय, ते स्थिति; अने बीजी

तेनाथी छूटो होय ते. पे'ली स्थितिमां प्रथम लागू रहेलो दांतो **खशी** जाय छे.

आन्दोलकना बीजा आन्दोलन वखते **न** कानो गति नियमित राखनार चक्रनी गति बंध पाडे छे; अने तेथी वजन नीचे उतरे छे.

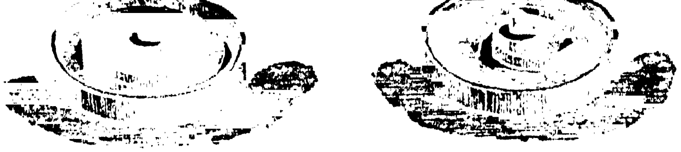
आ प्रमाणे वजन **नियमसर** नीचे उतरे छे.

बीजी एक बाबत ध्यानमां राखवानी छे; घडियाळ आगळ चाले अथवा पाछळ पडे, तो ते खामी केम सुधारवी?

उपर जे कह्युं ते उपरथी आपणे जाणीए छीए के ३९$\frac{?}{७}$ इंच लांबु आन्दोलक १ सेकंडमां १ आन्दोलन करे छे.

जो उनाळानी गरमीथी अथवा शियाळानी ठंडीथी लंबाई वधे, अथवा ओछी थाय, तो आन्दोलनमां पण ते प्रमाणे फेर पडे छे; लंबाई वधे तो आन्दोलक धीमुं चाले छे, ने घटे तो उतावळुं चाले छे.

आ. १६४



खामी सुधारवा माटे आन्दोलकना गोलक उपर अथवा नीचे खसेडवामां आवे छे; घडियाळ आगळ चालतुं होय तो गोलक नीचे उतारीने तेना अने **ग** धरीनां मध्य-

बिंदुओ वच्चेनु अंतर वधारवामां आवे छे; घडियाळ पाछळ पडतु होय, तो गोलकने उपर च'डावीने तेनां तथा धरीना मध्यबिंदुओ वच्चेनु अंतर ओछुं करवामां आवे छे.

८८. **ना'नुं घडियाळ**–(गजवामां राखवानु घडियाळ) वखत मापवा माटे आज सुधी बनेलां साधनोमां छेल्लुं अने घणी सगवड भरेलुं गजवामां राखवानुं घडियाळ छे.

ना'नां घडियाळ बनाववा माटे प्रथम मो'टां घडियाळमा गति आपवा माटे वपरापता वजनने बदले गुछळां वाळी कमान बनाववामां आवी.

जर्मनीनु जूनु शे'र न्युरेमबर्ग गजवामां राखवानां घडियाळ प्रथम बनाववा माटे प्रख्यात छे.

८९. **दिवस.**—हवे वखतना जुदा जुदा भाग तपासीए. पे'लो भाग **दिवस** छे.

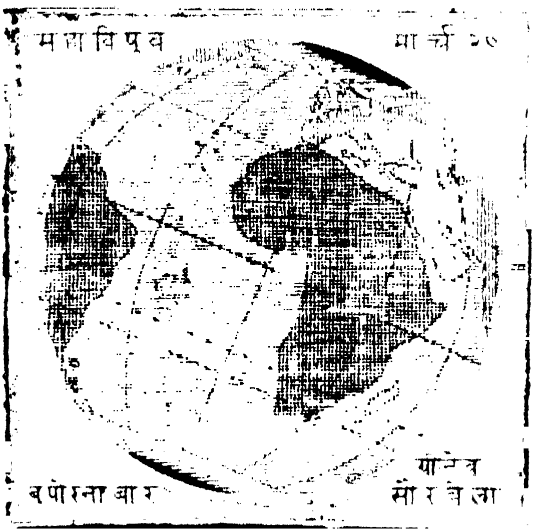
सृष्टिनी शरूआतथी अनुक्रमे **दिवस** अने **रात** पडवानो मनुष्यने अनुभव छे.

माटे प्रमाण तरीके सर्वने परिचित वखतनो भाग पसंद करवो ए स्वाभाविक छे.

ए उपरथी **दिवस** अथवा सूर्य कोई याम्योत्तरवृत्त उपर अनुक्रमे बे वखत प्रकाशे तेनी वच्चेनो वखत प्रमाण तरीके वपरावा लाग्यो. ए प्रमाणने बीजी रीते कहीए तो **दिवस** एटले पृथ्वीने पोतानी धरी उपर एक फेरो फरतां वळवामां लागतो **वखत** छे.

९०. **अठवाडियुं.**–ए वखतनो कोई स्वाभाविक मोटो भाग नथी. कारणके ते मात्र ७ दिवसनो समय छे.

आ. १६१



९१. **मास** चंद्रनी गति वडे ठरेलो वखतनो भाग छे. अनुक्रमे बे वखत चंद्र देखाय ते दरम्याननो वखत अथवा चंद्र पृथ्वीनी आसपास एक वखत फरी वळे तेटलो वखत) **चांद्र मास** कहेवाय छे. अने तेना २९½ दिवस थाय छे.

९२. **वर्ष.**–वर्षनो वखत सूर्य वडे नक्की थाय छे.

हेमंत, शिशिर, वसंत, ग्रीष्म, वर्षा, अने शरद् ऋतुओ विषे आपणे जाणीए छीए; पण शीखाऊ विद्यार्थी महाविषुव अथवा मेषविषुव विषे केवल अज्ञान होय छे.

पृथ्वीना पृष्ठ उपर सघळी जगाए वर्षमां बे वखत दिवस अने रात सरखां थाय छे.

एमांनो एक प्रसंग २० मी मार्चने दिवसे आवे छे; ते वसंतविषुव छे.

हवे एक वसंतविषुवथी ते बीजा वसंतविषुव दरम्याननो वखत ते **वर्ष** छे. अने दिवस, कलाक, अने मिनिट वडे दर्शावीए, तो ३६५ दिवस, ५ कलाक, अने ४५ मिनिटनुं एक वर्ष थाय छे.

९३. **वेगनुं माप**—वेग एटले कोई पण वस्तुनी चालवानी ઝડપ अथवा तेनुं પ્રમાણ.

हवे वेग मापवामां बे विचारो उत्पन्न थाय छे. एक કાળનો, अने बीजो અંતરનો.

हुं १ मैल चालुं छुं. तमे पूछशो के केटला वखतमां? १५ मिनिटमां. आ प्रमाणे १ मैल अंतर कापवा माटे १५ मिनिट वखत जोइये छे.

घणीवार वखते कोई वस्तु १ सेकंड अथवा १ मिनिटमां केटलुं अंतर कापे छे, ते जाणवानी जरूर पडे छे.

एक बंदूकमांथी गोळी दर सेकंड १००० फूटना वेगथी छोडवामां आवी छे.

एनो अर्थ ए छे के बंदूकनी गोळी १ सेकंडमां १००० फूट अंतर पसार करे छे.

પ્રકાશ अने અવાજ जुदा जुदा वेगथी चाले छे; पण ए बंनेने माटे अंतर सरखो वखत लई गणवामां आवे छे.

कहेवाय छे के, प्रकाश १ सेकंडमां १,८६००० मैल चाले

छे; अने अवाज तेटलाज वखतमां १,१२० फूट जई शके छे.

वळी कोई वस्तु सरखा वखतमां सरखुं अंतर कापती नथी.

हवाई छोडवामां आवे छे, त्यारे ते दरेक सेकंडे सरखुं अंतर कापती नथी, कारणके उपर चडती वखते तेना असल **वेगमांथी** दर सेकंडे थोडो थोडो घटाडो थाय छे; अने ते पोताने पोंचवाना ऊंचामां ऊंचा बिंदुए पोंचे छे. अने नीचे उतरती वखते तेनो **वेग** दर सेकंडे धीमे धीमे वध्या करे छे, ने छेवटे जमीन उपरथी ते जेटला वेगथी निकळी होय तेटलाज वेगथी पाछी पडे छे.

ए उपरथी जणाय छे के हवाईनी गति नियमित नथी. अने ते दर सेकंडे सरखुं अंतर कापती नथी.

આવા वेगने चंचल वेग कहे छे.

आपणे जाणीए छीए के कोई पण वस्तु સરખા વખતમાં સરખું અંતર कापे छे.

दाखला तरीके आगगाडी सपाट रस्ता उपर चालती होय अने वराळनुं दबाण एक सरखुं रहे त्यारे ते दर कलाके एक सरखा मेल चाले छे.

आ प्रमाणे होय त्यारे गाडीनो **वेग समान** कहेवाय छे.

अथवा पृथ्वी पोतानी कक्षामां सूर्यनी आसपास फरे छे तेनो दाखलो लईए.

पृथ्वी सूर्यनी आसपास एक वर्षमां ३६५ दिवसमां फरी वळे, अने बीजामां ४६५ दिवसमां फरी वळे एम बनतुंज नथी-

बनवानो संभवज नथी.

खगोळवेत्ताओ जणावे छे के पृथ्वी सूर्यनी आसपास दर वरसे ३६५ दिवस, ५ कलाक, अने ४५ मिनिटमां एक आंटो फरी वळे छे, तेमां सेज फेर पण भाग्येज पडे छे.

प्रकाश अने **अवाज** जुदा जुदा वेगथी चाले छे तेनो वणी वखते लाभ लेवामां आवे छे.

'एक सेकंडमां १८६००० मैल' एटले शुं तेनो विचार करो. ए उपरथी आपणे एम पण कही शकीए के प्रकाश तो एकदम फेलाई जाय छे.

वीजळीनो चमकारो जणाया पछी गर्जना संभळातां ५ सेकंड वखत लागे छे.

अवाजना वेग उपरथी गर्जना करनार वादळुं आपणाथी केटले छेटे छे ते जाणी शकाय छे.

११२० फूटने (अवाजना वेगने) ५ सेकंड वडे गुणवाथी नक्की थाय छे के गर्जना करनार वादळुं आपणाथी ५६०० फूट दूर छे.

प्रकरण १९ ना प्रश्नो.

१. छायायंत्रनुं वर्णन करो. मोटां अने नानां घडियाळ कई वातमां छायायंत्र करतां चडियातां छे ?

२. एक आगगाडी कलाके ४० मैल प्रमाणे चाले छे. तेनो वेग दर सेकंडे केटलो हशे ?

३. एक आगगाडी ७५ मिनिटमां ४५ मैल चाले छे, अने बीजी अर्धा कलाकमां १५ मैल चाले छे. ते बेऊ गाडीओना वेग सरखावो.

४. एक गोळी वडे नीशान ताकनारो बंदुकनो अवाज अने गोळीनो खखडाट एकी वखते सांभळे छे. ए बाबत समजावो.

५. एक आगगाडी दर कलाके ३० मैल प्रमाणे चाले छे, अने बीजी २५ मैल प्रमाणे चाले छे, त्यारे पे'ली बीजीना करतां दर सेकंडे केटली वधारे चालती हशे?

६. समकालित गति एटले शुं? एक बंदूक फोड्या पछी फोडनार माणस ३$\frac{१}{२}$ सेकंडे अवाज सांभळे छे. त्यारे ते माणस गोळीथी केटले छेटे हशे.

७. एक आगगाडीनो वेग कलाके ४० मैल छे एटले शुं?

८. वेग समान अथवा चंचल छे. एटले शुं? प्रकाश अने अवाजनो वेग केटलो छे?

९. बे माणसो वडोदरेथी चालता मुसाफरी करवा निकळ्या. एक ५ दिवसमां १५० मैल चाले छे, ने बीजो ७ दिवसमां १७५ मैल चाले छे. तेमना वेग सरखावो.

१०. रेतीना घडियाळ (शिशी) नुं वर्णन करो.

११. एक आगगाडी दर कलाके ३० मैल चाले छे तेनो दर सेकंडे केटलो वेग हशे?

१२. ना'नां अने मो'टां घडियाळो सिवाय वखत माप-

चानां बीजां कयां कयां साधनो हतां. ?

१३. घडियाळना मूल्य भागोनुं वर्णन करो. घडियाळ पाछळ पडे तो शुं करवुं. ?

१४. अवाजनो वेग जाण्याथी कोई कुवानी उंडाई शी रीते मापी शकाय ?

१५. दर सेकन्डे एक वखत हींचता लंबकनी लंबाई केटली हशे ?

१६. सम अने विषम वेगनुं उदाहरण आपो.

१७. दिवस, मास, अने वर्ष ए वखतना भाग आपणे केवी रीते नक्की करीए छीए?

१८. वखत मापवा माटे वपरातां प्राचीन घडियाळोनी जुदी जुदी जातो विषे तमे शुं जाणो छो ?

१९. वेग शी रीते मपाय छे?

२०. पृथ्वीना जुदा जुदा भागमां दिवस अने रातनी लंबाईमां थता फेरफार विषे तमे जे जाणता हो ते कहो.

प्रश्नपत्रो.

पत्र १.

१. वायुनी प्रसरणशीलता एटले शुं ? हवाने वजन छे एवुं शी रीते साबीत करी शकाय ?

२. घन पदार्थनी स्थितिस्थापकतानी अमुक हद छे, ए दाखलो आपीने समजावो.

३. અણુ અને પરમાણુ विषे तमे शुं जाणो छो ? આ-ણ્વિક આકર્ષણ एटले शुं ?

४. हवानी स्थिति दर्शाववाना यंत्र तरीके भारमापकनुं कार्य समजावो.

५. बे ઘન પદાર્થ एकबीजाने बळगी रहे तेना करतां, एक ઘન अने एक દ્રવ पदार्थ एकबीजा साथे वगर अड-चणे चोंटी रहे छे तेनुं कारण शुं? आ दाखलामां संसक्ति करतां આસક્તિ वधारे छे एवुं दाखलो आपीने साबीत करो.

६. પ્રકાશ अने સ્વન केटली झडपथी चाले छे? (अ) सम वेग तथा (ब) विषम वेगना दाखला आपो, अने ते समजावो.

पत्र २.

१. नालीयंत्र केवुं होय छे ? तेनुं कार्य अने तेना उपयोग समजावो.

२. लंबाई मापवानां साहित्योनां बने तेटलां नाम आपो.

३. ઘન, દ્રવ, અને વાયુ, ए त्रणे रूपमां रहेलो होय एवा पदार्थनुं नाम आपो. (१) ઘન पदार्थने દ્રવરૂપ अने (२) દ્રવને વાયુરૂપ शी रीते बनावी शकाय?

४. बे वायुओनां नाम आपो अने तेना धर्मो वर्णवो.

५. सच्छिद्र ए शब्दनो अर्थ शो ? पाणीनी सच्छिद्रता शी रीते साबीत करी शकाय ?

पत्र ३.

१. बाळकने रमवानो फुक्को फुलावीने जमीन उपर प-

छाडीए त्यारे ते पाछो ऊंचो उछळे छे तेनुं कारण शुं ?

२. संप्रक्ति अने आसक्ति वच्चेनो भेद समजावो.

३, नालीयंत्रनुं कार्य समजवो.

४. पाणी उडाडवाना यंत्रनी रचना अने तेनुं कार्य समजावो.

५. दर सेकन्डे स्वन केटला फूट चाले छे ते जाण्या पछी कोई कुवानी उंडाई शी रीते शोधी काढशो ?

६. एक बंदूकमांथी गोळी दर सेकन्डे १००० फूटना वेगथी जाय छे, तेनो वेग कलाके केटला मैल प्रमाणे हशे ?

पत्र ४.

१. लोढुं, पाणी, सीसु, पारो, माखण, अने जसत घनरूपमां रहे एटलां ठंडां करीए, अने पछी तेमने गरम करीए तो तेओ कया अनुक्रम प्रमाणे पीगळशे ?

२. हवाना करतां वायु हलको छे, एवुं शी रीते दर्शावी शकाय ? तेना हलकापणानो शो उपयोग थाय छे ?

३. एक आगगाडी कलाके त्रीस मैल प्रमाणे दोडे छे. तेनो वेग दर सेकन्डे केटला फूट हशे ?

४. कोई सच्छिद्र वस्तुने पलाळीए तो परिणाम शुं आवशे ? एना दाखला आपो, अने ए कार्यने केशाकर्षण साथे सरखावो.

५. भारमापक यंत्रनी रचनानुं वर्णन करो, अने तेना उपयोग दर्शावो.

६. नानां अने मोटां घडियाळ सिवाय बीजी कई रीतो वखत मापवा माटे वपराती हती ?

पत्र ५.

१. उष्मा वडे घन पदार्थनी संसक्ति ओछी थाय छे, ते विस्तारथी समजावो.

२. गळणी विषे तमे शुं जाणो छो? तेनुं कार्य समजावो.

३. घन पदार्थने स्थितिस्थापक दर्शाववानो एक प्रयोग जणावो.

४. शहेरमां नळनुं पाणी पूरुं पाडवा माटे राखेलो पाणीनो मोटो होज ऊंची जगाए बांधेलो होय छे तेनुं कारण शुं?

५. द्रव पदार्थमां ऊर्ध्वपीडन होय छे एवुं साबीत करो.

६. पारानुं विशिष्ट गुरुत्व १३.५ छे, ते समजावो. वायुनुं विशिष्ट गुरुत्व शोधवा माटे कयो पदार्थ प्रमाण तरीके वपराय छे?

पत्र ६.

१. मीठुं, गोळ, सीसुं, अने काचना धर्म वर्णवो.

२. स्फटिक एटले शुं? कया सामान्य पदार्थना स्फटिको बने छे.

३. पीचकारी केवी रीते बनाववामां आवे छे, अने तेमां पाणी शी रीते दाखल थाय छे, ते समजावो.

४. एक दिवस सवारमां उष्ममापक यंत्र श्यानीभवनबिंदु करतां ९½ अंश नीचुं छे, अने मध्यान्ह थतां ते १४ अंश ऊंचु चडे छे त्यारे श्यानीभवनाबिंदु उपर उष्ममान केटलुं हशे?

૫. ચોષકનુ વર્ણન કરો, અને તેના વડે પથરો શા કારણથી ઊંચકાય છે તે સમજાવો?

૬. રેતીની શિશી (ઘડિયાળ) નું વર્ણન કરો,

પત્ર ૭.

૧. ગંધક ત્રણે રૂપમાં રહી શકે છે, એવું સાબીત કરો?

૨. છિદ્રો બે જાતનાં છે, તેના દાખલા આપીને સમજાવો. એક ચાકના કડકામાંનાં છિદ્રોનું પરિમાણ કેટલું છે તે શી રીતે શોધી શકાય?

૩. વાયુ પ્રવાહી છે? હાઇડ્રોજન વાયુ નીચેથી ઊંચે ભરી શકાય છે, એવું શી રીતે સાબીત કરશો?

૪. સંપીડ્યતા એટલે શું? સૌથી વધારે સંપીડ્ય અને દુઃસંપીડ્ય પદાર્થનાં નામ આપો.

૫. નાનાં અને મોટાં ઘડિયાળો સિવાય વખત માપવાની બીજી રીતોનાં નામ આપો. એક સેકન્ડમાં એક આન્દોલન કરે એવા આન્દોલકની લંબાઇ કેટલી રાખવી જોઇયે?

૬. મનુષ્યના શરીરના કયા ભાગો લંબાઈ માપવા માટે વપરાતા હતા? સમભાત વડે ઘનમાપ શી રીતે કરવામાં આવે છે?

પત્ર ૮.

૧. લોડું, સાકર, ચાક, અને પારાના ધર્મ વર્ણવો.

૨. બે ઘન પદાર્થમાં કયો વધારે કઠણ છે તે શી રીતે નક્કી કરશો? લોડું, માખણ, સીસું, મીણ, અને હીરાને તેમના

काठिण्यनी श्रेणी प्रमाणे गोठवीने लखो.

३. मेघसाधणनुं वर्णन करो, अने ते वापरवानी रीत समजावो.

४. भारमापक यंत्र शुं दर्शावे छे ? अने ते शा उपयोगमां आवे छे ?

५. हवाथी अर्धो भरेलो फुक्को हवाबंबना ग्राहक नीचे मूकीने पछी हवा खाली करीए, तो शुं परिणाम आवशे ?

६. डूबकी मारवाना घंटनुं वर्णन करो.

पत्र ९.

१. वायु अने द्रव कई बाबतमां मळता आवे छे, अने कई बाबतमां जुदा पडे छे ?

२, थंडा काचना प्यालामां गरम पाणी रेडीए, तो प्यालो वखते फाटी जाय छे, तेनुं कारण समजावो.

३. सच्छिद्रता एटले शुं ? पदार्थनी संपीड्यता साथे तेने केटलो संबंध छे ?

४. संसक्ति अने आसक्तिना उपयोगना दाखला आपो? उष्मा वडे घन पदार्थनी संसक्ति उपर शी असर थाय छे?

५. काळ मापवाना उपकरण तरीके छायायंत्र विषे तमे शुं जाणो छो ? समान वेगनो अर्थ समजावो. (अ) प्रकाश अने (ब) स्वननो वेग केटलो छे ?

६. गरगडी एटले शुं ? तेनुं कार्य समजावो.

पत्र १०.

१. लुहार गाडीनां पैडांनी वाट लालचोळ करीने पैडांनी

धार उपर बेसाडे छे तेनुं कारण शुं ?

२. पाणीमां लो'डुं डूबी जाय छे, अने लाकडुं तरे छे तेनुं कारण शुं ?

३. गळणी शुं छे ? तेनी आकृति दोरीने तेना मुख्य भागो समजावो.

४. वातावरणनुं दबाण एटले शुं ? पदार्थ उपर वातावरण दबाण करे छे ? अने करे छे तो केटलुं ए दर्शावो ?

५. नालीयंत्रनी आकृति दोरो, अने तेनुं कार्य समजावो.

६. पीचकारीनी आकृति दोरो अने पाणी तेमां शी रीते दाखल थाय छे, ते समजावो.

पत्र ११.

१. कया पदार्थोमां आण्विक आकर्षण अने उष्मानुं प्रतिमारक बळ समतोल रहेलां छे ?

२. द्रव पदार्थमां सच्छिद्रता छे? तमारो जवाब साबीत करो.

३. वांकी वाळेली नेतरनी सोटी पाछी सीधी थवानो यत्न करे छे, तेनो तमे शो खुलासो आपशो ?

४. फुवारो उडाववामां द्रव पदार्थनो कयो नियम लागू पडे छे ? अने नियमना बीजा उपयोग दर्शावो.

५. वेग सम अथवा विषम होय छे. ए बे संज्ञाओ समजावो. स्वर अने प्रकाशनो वेग केटलो छे ?

६. भारमापक यंत्रने पर्वत उपर लई जईए त्यारे तेमांनो पारो नीचो उतरे छे, तेनुं कारण शुं ?

पत्र १२.

१. फटकनळीनी आकृति दोरो, अने तेनुं कार्य समजावो.

२. बे माणसो वडोदरेथी चालता मुसाफरी करवा निकळ्या छे. एक ५ दिवसमां १५० मैल चाले छे अने बीजो ७ दिवसमां १७५ मैल चाले छे तो तेमनो चालवानो वेग सरखावो.

३. पदार्थनुं अविनाशित्व एटले शुं ? शगडीमां बळता कोयलानुं उदाहरण लईने साबीत करो के पदार्थ अविनाशी छे, एटले तेनो नाश थतो नथी.

४. एक छोकरो पोतानी एक आंगळी पाणीमां अने बीजी पारामां बोळे छे. आंगळी बा'र काड्या पछी शो तफावत मालम पडशे ? अने ते तफावत पडवानुं कारण शुं?

५. वादळी सच्छिद्र पदार्थ छे एटले शुं? वादळी करतां ओछा सच्छिद्र बीजा त्रण पदार्थनां नाम आपो.

६, घन पदार्थ उपर उष्मा शी असर करे छे ? थंडा काच उपर गरम पाणी रेडवाथी ते तरडी जाय छे तेनुं कारण समजावो.

पत्र १३.

१. एक शिशी तेलथी भरेली छे, अने तेमां एक शाहीनुं टीपुं नाख्युं छे. ते टीपुं गोळ थई जाय छे तेनुं कारण शुं? बीजुं, ते टीपानी हीलचाल उपरथी तमे शुं शीख्या? शिशीमां तमे जे जे बाबत जोई होय तेनुं वर्णन करो.

२. હું ચહાના પ્યાલામાં સાકરનો ગાંગડો નાખું છું. તે સાકરનું શું થશે તે સમજાવો. ચહા પીવા પે'લાં મારે તેને હલાવવી પડે છે, તેનું કારણ શું ?

३. દેવતા ઉપર શેકવા મૂકેલું બોર એકદમ ફૂટે છે તેનું કારણ શું ? તમે તે શી રીતે અટકાવી શકશો ?

४. તમને આપેલી પેટીનું માપ લઈ તેનું પૃષ્ઠફળ અને ઘન ફળ શોધી કા'ડો. (એક કાગળની પેટી વર્ગમાં ફેરવવી).

५. એક આગગાડી કલાકે ३०, અને બીજી २५ મૈલ પ્રમાણે ચાલે છે, ત્યારે પે'લી કરતાં બીજી દર સેકન્ડે કેટલા ફૂટ વધારે ચાલે છે ?

६. સંસક્તિ અને આસક્તિ વચ્ચેનો ભેદ સમજાવો, અને દરેકનો એક દાખલો આપો.

પત્ર १४.

१. એક મેજના ઉપલા પૃષ્ઠનું ક્ષેત્રફળ શોધવા માટે કયાં કયાં માપ લેશો ?

२. વાયુને દ્રવરૂપ શી રીતે કરી શકાય ?

३. ઉષ્મા માપવા માટે કયું ઉપકરણ વપરાય છે ? તેની રચના સમજાવો.

४. પીગળવામાં અને ઓગળવામાં શો તફાવત છે ? દરેકના દાખલા આપો.

५. કેશાકર્ષણ એટલે શું ? થોડા સેહલા દાખલા આપો.

પત્ર. १५.

१. કેટલાક ઘન પદાર્થની જુદી જુદી દિશામાં સંસક્તિનું

बळ वधारे ओछुं होय छे; ते दाखला आपीने समजावो.

२. फुवारा उडाडवामां कयो नियम लागू पडे छे? आकृति दोरीने समजावो.

३. एक घनफूट पाणीनो बरफ बनाव्यो छे. तेमां शा शा फेरफार थया हशे ?

४. पेटीनुं परिमाण एटले शुं ? एक पेटी २ फूट पोंळी, ३ फूट लांबी अने १२ ईंच उंडी छे, तो तेनुं परिणाम केटलुं थशे ?

५. वातावरणनुं ऊर्ध्वपीडन दर्शाववानो एक प्रयोग वर्णवो.

पत्र १६.

१. जुदा जुदा घन पदार्थने तेमना काठिन्यनी श्रेणी प्रमाणे शी रीते गोठवशो ?

२. स्फटिको बनाववा माटे शुं करवुं जोइये ? साकर शुद्ध करनारा वेपारीओ तेना स्फटिक बनावे छे तेनुं कारण शुं ?

३. आसक्ति एटले शुं ? भागेला माटीना वासणना कडका जोडवा माटे तेमना सांधा उपर लाख देवामां आवे छे तेनुं कारण शुं ?

५. हवाबंबनी अथवा नालीयंत्रनी आकृति दोरो.

६. छायायंत्रनुं वर्णन आपो. घडियाळो छायायंत्र करतां कई बाबतमां चडियातां छे ?

६. वजन शाने कहे छे ?

पत्र १७.

१. जलसाधारणनुं वर्णन करो ? ते शा काममां आवे छे ?

२. घन पदार्थनुं विशिष्ट गुरुत्व शोधवानी रीत बराबर समजावो ?

३. स्फटिकमय पदार्थो कया छे ? तेमांना केटलाकनां नाम आपो, अने स्फटिको केवी रीते बनाववामां आवे छे ते दर्शावो.

४. पाणी अने पाराना भारमापक यंत्रमां शो तफावत छे ? ए बंनेने माटे शुं एकसरखी लंबाईनी नळी जोइये छे ?

५ वातावरण दबाण करे छे, एवुं साबीत करवाना तमे जे प्रयोगो जोया होय ते कहो ?

६. वायुओमां संसक्ति नथी एवुं साबीत करो.

पत्र. १८.

१. ८ पदार्थनी 'विभाज्यता' एटले शुं ? पदार्थ केटले अंशे विभाज्य छे ए दाखला साथे दर्शावो.

२. मोटां शहेरोनां मकानोमां पाणी केवी रीते पूरुं पाडवामां आवे छे, ते आकृति दोरीने दर्शावो.

३. संहनन एटले शुं ? तेना केटलाएक कुदरतना दाखला आपो.

४. भारमापक यंत्रनुं वर्णन करो, अने दर्शावो के ते ऊंचाई मापवाना काममां आवे छे.

५. वायु एटले शुं ? वायुना धर्मो वर्णवो.

६. उष्ममापक यंत्रनुं वर्णन करो, अने तेनुं कार्य तथा तेना उपयोगो समजावो.

पत्र १९.

१. दडानुं फरी उछळवुं ए स्थितिस्थापकतानो दाखलो छे, एवुं साबीत करो.

२. वायुओ घणाज प्रसरणशील अने संपीड्य छे, पण द्रव पदार्थ तेवा नथी. आ नियम तमे समजो छो एवुं साबीत करो ?

३. वजननुं कारण शुं छे ? दाखलो आपीने समजावो के हवानुं वजन तेनी स्थितिने अनुसरीने जुदुं जुदुं थाय छे.

४. बधा द्रव पदार्थोमां एकसरखी संसक्ति होती नथी. एवुं दाखलो आपीने स्पष्ट करो.

५. एक पोला घासना तणखलानो एक छेडो पाणीमां मूकीने बीजो छेडो चूशीए तो पाणी मोंडामां चडी आवे छे. तेनुं कारण शुं ?

६. एक आगगाडी ७५ मिनिटमां ४५ मेल चाले छे. अने बीजी कलाके १५ मेल चाले छे तो तेमना वेग सरखावो.

पत्र २०.

१. रंगना एक टीपा वडे पाणीनो मोटो जथो रंगवाळो थाय छे, तेनुं कारण शुं ?

२. एक शिशीना मोंडामां काचनो दाटो सज्जड थइ गयो छे. हवे जो ते शिशीनुं मोडुं गरम पाणीमां मूकीए, तो दाटो ढीलो थइने निकळी शके छे तेनुं कारण समजावो?

३. વાતશૂન્ય એટલે શું ? વાતશૂન્ય કરવાથી જે પરિણામ આવતું હોય તે દર્શાવવાનો એક પ્રયોગ વર્ણવો.

४. સરેસને વાપરવા પે'લાં તેને દ્રવ બનાવવાથી શો ફાયદો થાય છે ?

५. વિશિષ્ટ ગુરુત્વ એટલે શું તે સમજાવો. આરકિમીડીઝે વિશિષ્ટ ગુરુત્વના સંબંધમાં કયો શોધ કર્યો છે ?

६. પરિમાણ અને ઘનરૂપ એટલે શું ? એક ઘનની બાજૂ २½ ઇંચ છે તેનું ક્ષેત્રરૂપ અને પરિમાણ શોધો ?

પત્ર २१.

१. કોઇ પદાર્થ સચ્છિદ્ર છે એવું ક્યારે કહેવાય ? ત્રણ સચ્છિદ્ર વસ્તુનાં નામ દો, અને તેના બીજા ધર્મો ગણાવો ?

२. દ્રવનું વિશિષ્ટ ગુરુત્વ એટલે શું ? પાણી કરતાં ઓછા, અને વધારે વિશિષ્ટ ગુરુત્વવાળા દ્રવનાં નામ આપો.

३. છાયાયંત્રનું વર્ણન કરો. ઘાડિયાળો તેના કરતાં કઇ બાબતમાં ચ'ડિયાતાં છે ?

४. ભારમાપક યંત્રનું વર્ણન કરો, અને તેનું કાર્ય સમજાવો.

५. વાયુ કોને કહે છે, અને તેના કયા કયા ધર્મો છે ?

६. નાળીયંત્ર અથવા હવાયંત્રની આકૃતિ દોરો.

પત્ર २२.

१. નીચેનો પ્રયોગ સમજાવો:—એક નળીના મથાળા ઉપર આંગળી રાખીને તેનો થોડો ભાગ શાહીમાં બોળેલો છે, તે નળીને શાહીમાંથી ઊંચકી લઇએ, તોપણ તેની અંદર શાહી

रहे छे; पण मथाळेथी आंगळी लई लईए के तरतज शाही बा'र निकळी जाय छे ?

२. आपेली चोपडीनुं घनफळ अने तेना पृष्ठनुं क्षेत्रफळ शोधी का'डो.

(वर्गमां एक चोपडी फेरववी.)

३. एक चा'दानीनी नळीमांथी वराळ निकळे छे. नळीना मो'डा नजीक कंईपण देखातुं नथी, तेनुं कारण शुं ? वराळ घन, द्रव, के वायुरूप छे ?

४. स्फटिक कोने कहे छे ? केटलांक स्फटिकनां नाम आपो. स्फटिक केवी रीते बने छे ?

५. डूबकी मारवाना घंटनुं वर्णन करो.

६. मिश्रधातु कोने कहे छे? तेमांनी बेनां नाम आपो. मिश्रधातुना विशेष धर्मो कया कया छे ?

पत्र २३.

१. पदार्थ तरे छे तेनुं कारण शुं ? हवा, पाणी, अने पारामां तरे एवा केटलाएक पदार्थनां नाम आपो ?

२. सच्छिद्रता, सांद्रता, अने स्थितिस्थापकता ए संज्ञाओ समजावो.

३. आरकिमीडीझे कयो मो'टो शोध कर्यो छे ?

दाखलाना जवाब.

प्रकरण ५.

(९) घन फूट
६

(८) चोरस फूट, चोरस इंच
२४९ ७८

(१४) पौन्ड. शि. पेन्स.
८४३-१९-०

(१९) घन इंच
९०४

(१६) चोरस इंच
२४०

(१९)
९२८०

(२०) पौन्ड शि. पेन्स
९७-१२-०

(२१) पौन्ड शि. पेन्स
१२-१६ ९$\frac{३}{८}$$\frac{०}{१}$

प्रकरण ७.

(१७) २४ पौन्ड

प्रकरण ८.

(६) ३$\frac{१}{७}$ (९) $\frac{०१}{१००}$ (१२) १ औंस (१३) ८९.

प्रकरण ९.

(१६) ९ अने ६ नुं प्रमाण. (१७) १.०३

प्रकरण १०.

(३) ८$\frac{१}{२}$°

प्रकरण १५.

३) ६ अने ९ नुं प्रमाग. (९) फूट. (६) फूट.
७$\frac{१}{२}$ ३९२०

(९) ६ अने ५ नुं प्रमाण. (११) ४४ फूट. (१५) २९ १/५ इंच.

परिक्षाना प्रश्नो.

पत्र २ जो (६) ६८१ ९/११; पत्र ४ थो (३) ४४

पत्र ६ ठो (४) ८ १/२° पत्र १२ मो (२) ६ : ५

पत्र १३ मो (५) ७ १/३; पत्र १५ मो (४) ६ घन फूट

पत्र १९ मो (६) ६ : ५.

पत्र २० मो (६) { ७३ १/२ चोरस इंच.
४२ ७/८ घन इंच.

समाप्त.